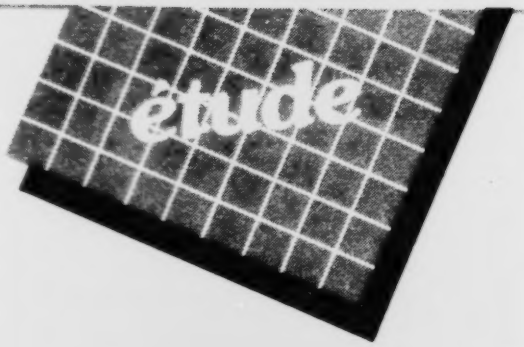


ÉTUDE DE LA COMPOSITION STRUCTURALE DES HABITATS DE NIDIFICATION ET D'ÉLEVAGE DE LA BÉCASSE D'AMÉRIQUE (Scolopax minor), DANS LE CENTRE-SUD DU QUÉBEC

Rapport présenté au
ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche
Direction générale de la faune

par
Pierre Bérubé
Richard Couture

Janvier 1986

Québec

ETUDE DE LA COMPOSITION STRUCTURALE DES HABITATS DE NIDIFICATION ET D'ELEVAGE DE LA BECASSE D'AMERIQUE (*Scolopax minor*), DANS LE CENTRE-SUD DU QUEBEC

Rapport présenté au

ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche

Direction générale de la faune

par

Pierre Bérubé

Richard Couture

Université du Québec à Trois-Rivières

Département de chimie-biologie

Laboratoire de recherche sur les habitats fauniques

21 août 1985

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec
1er trimestre 1986

ISBN: 2-550-12822-2

RESUME

Le climax naturel et diverses activités anthropiques causent un préjudice à l'habitat de la bécasse d'Amérique (*Scolopax minor*). La sauvegarde de cet oiseau repose en partie sur des perspectives d'aménagement qui permettront de restaurer ou de créer des habitats propices à l'expansion de l'espèce. Pour ce faire, des données quantitatives sont nécessaires.

Les constantes biotiques et abiotiques servant à portraiturer l'habitat général sont connues. Par contre, les facteurs environnementaux qui influencent la sélection des habitats de nidification et d'élevage demandaient à être caractérisés et précisés.

Au cours de ce projet de recherche, nos efforts ont porté sur l'étude des différences structurales existant entre les sites de nidification et les sites d'élevage. L'été 1984 a permis l'échantillonnage de 28 terrains de reproduction associés à 22 sites de contrôle, et de 17 terrains d'élevage. Les milieux d'étude étaient situés sur les rives nord et sud du fleuve Saint-Laurent, entre Trois-Rivières et Montréal.

Nos résultats indiquent que les sites de nidification se distinguent des zones témoins potentielles par les distances proximales à un point d'eau et à une ouverture, ainsi que par la hauteur de la bordure. Ces trois variables morphométriques ressortent d'un modèle dis-

criminant qui permet de classer avec succès 84,6% des sites de nidification.

Les sites d'élevage se révèlent significativement différents des sites de nidification par des variables reliées à la structure de la végétation. Le pourcentage de sol nu, la densité des arbustes de classe intermédiaire et la hauteur des herbacées sont les trois principales composantes du milieu permettant de prédire dans la totalité des cas observés, l'appartenance au groupe "Elevage".

Des analyses univariées ont aussi démontré que la texture et le pH du sol étaient utiles pour prédire si un site était utilisé pour la nidification ou l'élevage.

REMERCIEMENTS

Nous désirons exprimer nos plus vifs remerciements au directeur de cette recherche, monsieur Richard Couture D. Sc. qui, par ses judicieux conseils, a permis que soient menés à bien nos travaux. Le tact avec lequel il a su nous motiver et l'intérêt manifeste qu'il a porté à ce projet, lui méritent toute notre gratitude.

Notre reconnaissance va également à monsieur Antoine Aubin Ph. D.. Sa patience, sa disponibilité et la pertinence de ses suggestions ont été grandement appréciées.

Nous témoignons de nos remerciements à madame Anne-Sylvie Lacroix pour sa participation à la cueillette des données sur le terrain, de même qu'à monsieur Luc Roseberry B. Sc. qui a été d'un précieux secours lors du traitement informatique des données. Nous leur savons gré du dévouement et du sérieux avec lesquels ils ont accompli leur tâche. Nous remercions aussi notre confrère de travail, monsieur Pierre Blanchette M. Sc., pour le partage de ses connaissances fort utiles à la résolution de maints problèmes.

Nous n'oublions pas les membres du Club des Bécassiers du Québec qui ont collaboré de façon assidue à ce projet. L'aide qu'ils nous ont toujours apportée fut et demeure inestimable.

Nous remercions mesdames Line Tousignant et Liette Larocque qui ont dactylographié avec soin et minutie les textes de cet ouvrage.

La réalisation de cette étude fut rendue possible grâce aux octrois financiers, sous forme de bourse de recherches ou de contrats, et au support logistique d'organismes gouvernementaux. Nous remercions sincèrement le Conseil de Recherches en Sciences Naturelles et en Génie du Canada (CRSNG), le Ministère du Loisir de la Chasse et de la Pêche du Québec (MLCP), ainsi que l'Université du Québec à Trois-Rivières.

Enfin, j'exprime ma profonde gratitude à Josée Gervais qui m'a soutenu et encouragé tout au long de cette odyssée.

TABLE DES MATIERES

Page

RESUME. III

REMERCIEMENTS V

LISTE DES TABLEAUX. XI

LISTE DES FIGURES XV

INTRODUCTION. 1

CHAPITRES

1. REVUE DES TRAVAUX. 7

A. Recherches antérieures à 1950 7

B. Recherches effectuées entre 1950 et 1970. 9

C. Recherches postérieures à 1970. 12

1. Approche descriptive. 12

2. Approche analytique 14

D. Adéquation des méthodes 16

2. REGIONS D'ETUDE ET APPROCHE METHODOLOGIQUE 23

A. Régions d'étude et période de prélèvement des données 23

B. Localisation des nids et des couvées. 25

C. Sélection des sites de contrôle 27

3. MATERIEL ET METHODES 31

A. Analyse biologique et physique de l'habitat 31

1. Paramètres inhérents à la végétation 34

a) Couvert de végétation au sol. 34

b) Mesures reliées à la densité et à la surface terrière 36

c) Autres mesures. 38

Page

2. Paramètres inhérents aux éléments biophysiques du milieu. . 39

a) Organisation spatiale. 39

b) Eléments de bordure. 40

c) Physiographie. 41

B. Analyse statistique des données. 42

4. RESULTATS 46

A. Analyse de variance et test de comparaisons multiples. 46

B. Analyse en composantes principales 56

1. Caractérisation des axes principaux. 57

2. Positionnement des stations et procédures de groupement. . 62

C. Analyse discriminante 74

D. Analyses non paramétriques 83

1. Analyse granulométrique 83

2. Etude de la pente, du drainage et des surfaces d'ouverture 87

5. DISCUSSION. 90

A. Caractéristiques générales des deux types d'habitats 91

B. Sélection de l'habitat 97

1. Comparaison des sites de nidification et de contrôle . . . 97

a) Distance à un point d'eau. 98

b) Distance à la plus proche ouverture. 100

c) Hauteur de la bordure. 104

Page

2. Comparaison des sites de nidification et d'élevage 106

a) Pourcentage de sol nu et hauteur des herbacées 109

b) Densité des arbustes ⩾ 0,30 m < 1,25 m 112

SYNTHESE ET CONCLUSION. 116

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 123

ANNEXES

A. Exemple de publicité visant à la découverte de nids pour les fins de l'étude. 134

B. Relevé floristique des plantes herbacées recensées dans les habitats de nidification 135

C. Résultats bruts moyens obtenus pour chaque variable mesurée aux 65 stations d'échantillonnage. 137

D. Classification (EMDP-KM) des stations de nidification et de contrôle, au moyen des 20 variables de l'ACP 152

E. Résultats de l'analyse granulométrique de la station de nidification no. 14. 154

F. Représentation graphique des résultats de l'analyse granulométrique de la station de nidification no. 14. 155

G. Résultats de l'analyse granulométrique pour les sites de contrôle, de nidification et d'élevage 156

H. Valeurs brutes des surfaces d'ouverture (1 et 2) mesurées sur les sites de nidification, de contrôle et d'élevage. 158

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux

Page

1. Comparaison des différentes variables d'importance retenues par les auteurs (1977 à 1983) et le présent travail 17

2. Régions d'étude et dates de prélèvement des données des sites de nidification et de contrôle 24

3. Données relatives aux couvées et à l'identification des sites d'élevage (1984) 26

4. Identification des variables utilisées dans l'étude et abréviations retenues pour chacune d'elles 32

5. Strates de la végétation sur lesquelles sont mesurées diverses caractéristiques de l'habitat 35

6. Normalisation des données et vérification de l'homogénéité des variances 47

7. Résultat de l'analyse de variance à un facteur et du test de comparaisons multiples Student-Newman-Keuls pour les trois différents groupes de stations étudiées . . . 50

Page

8. Poids des 20 descripteurs dans la formation des trois premiers axes principaux obtenus par l'analyse des composantes principales 58

9. Résultats du calcul des coefficients d'efficacité et sélection des sous-groupes à l'intérieur de l'ensemble "Elevage" 68

10. Comparaison des échantillons de quelques-unes des variables mesurées au point de localisation des couvées de différentes classes d'âge 73

11. Résultats des 3 meilleurs essais d'analyses discriminantes réalisées sur le groupe contrôle, les habitats de nidification et d'élevage 77

12. Sommaire de l'analyse discriminante comparant le groupe contrôle, les habitats de nidification et d'élevage 79

13. Etablissement des classes de sol à partir des 10 catégories rencontrées dans les sites de contrôle (C), de nidification (N) et d'élevage (E) 85

Page

14. Fréquences expérimentales et théoriques des deux classes de sol déterminées pour les sites de contrôle (C), de nidification (N) et d'élevage (E) 86

15. Définition des classes respectives pour la pente, le drainage et les surfaces d'ouverture 88

LISTE DES FIGURES

Figures

Page

1. Schématisation de la technique visant à sélectionner au hasard l'emplacement du site de contrôle. 30

2. Diagrammes de dispersion représentant la variation des diverses variables en fonction des trois catégories de sites étudiés. Les données sont les moyennes avec l'intervalle de confiance de la moyenne. Les moyennes soulignées par une même lettre ne sont pas significativement différentes comme il a été démontré par une ANOVA à un facteur, suivie d'un test de comparaisons multiples de Newman-Keuls. 53

3. Projection des 20 axes-descripteurs dans l'espace réduit des deux premières composantes principales extraites de la matrice de corrélation entre descripteurs. Le cercle de contribution équilibrée est indiqué à $\sqrt{2/20} = 0,316$. 60

4. Ordination des échantillons (station 1 à 67) des sites de nidification, de contrôle et d'élevage dans l'espace réduit des deux premières composantes principales. 63

Page

5. Dendrogramme résultant d'une analyse de groupement hiérarchique à liens simples sur les sites de nidification et d'élevage. La mesure d'association (niveau de similarité) est la distance euclidienne au carré. 66

6. Superposition des trois sous-groupes d'élevage, obtenus par les groupements à liens simples, dans l'espace réduit des composantes principales (axes 1 et 2). Les flèches larges représentent le passage de la couvée du site de nidification vers le site d'élevage (après 24 hres). Les flèches étroites représentent le déplacement spatio-temporel des mêmes couvées vers d'autres sites d'élevage. 70

7. Matrice résultante des corrélations partielles entre 14 descripteurs sélectionnés à partir des composantes principales (facteurs 1, 2 et 3). Le symbole * indique une corrélation significative ($P \leq 0,05$). 75

8. Représentation graphique des trois groupes de sites dans l'espace discriminant. 1 = contrôle; 2 = nidification; 3 = élevage. Les points désignent la loca-

Page

lisation des centroïdes de chacun des groupes. Les flèches indiquent la direction de la variation pour les descripteurs et le concours de ces derniers aux deux premiers axes. 80

9. Représentation graphique des fréquences cumulées en fonction des classes de pourcentage de discrimination. Les bâtonnets sont les fréquences observées (η = 176, μ = 50,39, σ = 6,83). Les fréquences attendues supposent que les données suivent une distribution normale. 82

10. Fréquences relatives des espèces végétales arbustives et arborescentes recensées dans les habitats de nidification et d'élevage. 92

11. Répartition de 58 nids de bécasses en relation avec la bordure forestière. 102

12. Distance moyenne (trait pointillé) parcourue par les couvées entre deux points de localisation successifs, en fonction du nombre de jours suivant l'éclosion. Les numéros identifient les couvées. 107

Page

13. Configuration spatiale des habitats de nidification et d'élevage à partir des variables discriminantes. Les dimensions volumétriques des figures ont été établies à partir des intervalles de confiance de la moyenne de chaque variable. 120

INTRODUCTION

La bécasse d'Amérique (*Scolopax minor*) (*Scolopacidés*) est une espèce d'écotone dont l'habitat est situé dans une zone de transition à l'intérieur de biotopes peu étendus. Au Québec, les milieux les plus favorables sont caractérisés par de jeunes groupements végétaux, constitués principalement d'*Alnus rugosa*, *Salix sp.* et *Populus tremuloïdes*. Les lisières forestières et les champs laissés en friche représentent des habitats de première importance. A titre informel, rappelons que les meilleures zones de production sont concentrées dans les provinces maritimes, le Québec, l'Ontario, le nord de la Nouvelle-Angleterre et la région des Grands Lacs (Owen, 1977).

On note, chez les populations de bécasses de la région de l'est (les états côtiers américains, les provinces maritimes, le Québec, le Vermont et la Virginie de l'ouest), une diminution annuelle moyenne de 2,8% depuis 1966 (Tautin, 1982). Comme nous le verrons ci-après, les causes de cette diminution sont attribuées à la perte d'habitats et à l'augmentation de la pression de chasse.

Pertes d'habitats

Selon Tautin (1980) et Dwyer *et al* (1983), la baisse

des populations de bécasses dans l'ensemble de la région de l'est est due aux pertes d'hatitats. Selon Coulter et Baird (1982), le climax naturel et l'anthropisation progressive exercée sur le milieu, favoriseraient dans la région de la Nouvelle-Angleterre et dans les provinces maritimes, le vieillissement, le déclin et la disparition de plusieurs de ces habitats. Au Québec, d'autres bons habitats tendent à être éliminés, puisqu'ils sont récupérés par l'agriculture, dans le cadre de politiques gouvernementales d'auto-suffisance en matière de céréaliculture. Nous ne nous opposons pas au principe d'une agriculture prospère et d'un Québec capable de subvenir à ses besoins au point de vue agricole. Nous convenons que la forêt peut satisfaire beaucoup de nos attentes énergétiques. Seulement, la fertilité des sols ainsi repris est-elle toujours de première catégorie? Une réponse négative voudrait signifier une taxation inutile, donc sans profit, des habitats à bécasse.

Certaines pratiques sylvicoles (reboisement de résineux pour l'industrie des pâtes et papier, coupes d'éclaircissement, émondage, etc.) contribuent également à restreindre des sites potentiels d'utilisation par la bécasse.

En Ontario, Dennis et North (1977) se sont penchés sur les pertes effectives d'habitats pour la région située au nord

du Lac Erié. Leurs travaux ont démontré que la construction d'autoroutes, le développement urbain et la reprise des terres abandonnées pour la culture constituent autant de facteurs qui contribuent à hypothéquer et à faire péricliter les habitats à bécasses.

Pour déterminer si les pertes d'habitats sont vraiment le facteur responsable de la diminution de bécasses, nous devons dans un premier temps identifier et décrire les caractéristiques structurales (physiques et biologiques) des différents habitats utilisés par l'espèce. Dans un deuxième temps, nous devons être capables de mesurer la qualité et la quantité d'habitats disponibles.

Nous proposons plus loin une façon d'y parvenir. Auparavant, nous jugeons utile d'évoquer un autre problème auquel doit faire face la bécasse d'Amérique et dont il est fait mention à la section suivante.

B. Augmentation de la pression de chasse

Ce point d'intérêt, quoique de moindre importance, suscite notre attention et sous-tend à nos travaux. Nous savons que la bécasse d'Amérique constitue un gibier de choix et que nombreux sont les chasseurs qui s'adonnent exclusivement à la poursuite de cet oiseau. Boyd (1974) et Owen (1977) prétendent que la pression de chasse augmente progres-

sivement. On présume que ce regain d'enthousiasme pour la chasse à la bécasse est plus sensible dans l'aire de répartition hivernale. Nous n'avons présentement aucun moyen scientifique de vérifier ces suppositions. Cette tendance à la hausse des activités de chasse sur la sauvagine est aussi rapportée par le SCF (1982) in Bélanger (1984).

La recrudescence possible de la pression de chasse suggère qu'il faille d'abord éveiller la conscience collective des chasseurs, bécassiers ou non, et penser que les ressources cynégétiques ne sont pas inépuisables. Une récolte de gibier doit être fonction de la productivité des stocks. Cette augmentation exige surtout le déploiement d'études sur la caractérisation des habitats, afin de déterminer les particularités des populations en fonction de futurs aménagements. En effet, si d'une part la demande s'accroît, la production d'autre part est inélastique. Nous devons, ici aussi, pour rencontrer cette situation, trouver des moyens pour améliorer les habitats afin d'amplifier la productivité.

Buts et objectifs de l'étude

L'un des premiers buts de l'aménagement de la faune est de maintenir la qualité d'un habitat. Pour atteindre cet objectif, dans le cas précis de la bécasse d'Amérique,

il est nécessaire selon Gutzwiller *et al* (1982) d'orienter la première étape des recherches, sur l'évaluation et la classification des habitats.

Nous envisageons l'étude des habitats de nidification et d'élevage parce que le sujet était une priorité importante dans le plan de recherche sur la bécasse, revendiqué par Liscinsky (1966) et proposé à nouveau par Owen en 1977. Soulignons que la Direction de la faune terrestre du MLCP, s'appuyant sur des motifs semblables, a décidé en regard de ses priorités d'action, de classer la bécasse d'Amérique (section petite faune - oiseaux migrateurs) au troisième rang des espèces qui feront l'objet d'une attention particulière au cours des années 1985 et suivantes.

Les objectifs spécifiques de ce projet se résument de la façon suivante:

1) Tester l'hypothèse nulle voulant qu'il n'y ait pas de différence entre les caractéristiques de l'habitat mesurées sur les sites de nidification et celles estimées sur les sites de contrôle (témoins) choisis au hasard à l'intérieur du même habitat.

2) Tester l'hypothèse nulle voulant qu'il n'y ait pas de différence entre les caractéristiques de l'ha-

bitat mesurées sur les sites de nidification et celles estimées sur les sites d'élevage avoisinants.

3) Expliquer quantitativement les caractéristiques structurales des milieux sélectionnés par la bécasse pour la nidification et l'élevage de la couvée.

CHAPITRE 1

REVUE DES TRAVAUX

Nous avons divisé la chronologie des recherches sur la bécasse en trois périodes. Cette division n'est pas complètement arbitraire. Dans les années qui ont précédé 1950, les travaux ont été peu nombreux. Entre 1950 et 1970, l'intérêt pour la bécasse s'accroît. Toutefois, les champs d'étude sont variés et les habitats ne constituent pas encore un secteur prioritaire de recherche. C'est vers 1970 que démarrent des programmes concertés de recherche où les habitats tiennent une place prépondérante. A deux ou trois exceptions près, toutes les citations proviennent de chercheurs américains. Peu de travaux sont d'origine canadienne ou québécoise.

A. Recherches antérieures à 1950

Comparativement à la sauvagine et aux oiseaux gibiers de l'arrière-pays, la bécasse d'Amérique a été peu étudiée durant cette période. La premier élan de recherche fut amorcé par Pettingill (1936). Sa monographie constitue le premier ouvrage scientifique publié sur cette espèce. En plus de ses propres recherches dans les états du Maine et

de New-York, il compila les diverses observations publiées avant lui. Par la suite, Mendall et Aldous (1943) éditèrent les résultats d'une étude à long terme effectuée dans le Maine. Leur publication a permis de dégager et d'expliquer diverses notions sur l'écologie de la bécasse. Elle donne aussi des suggestions pour l'aménagement et surtout une technique, qui, avec des modifications subséquentes, est utilisée pour les recensements annuels.

La majorité des autres travaux couvrant cette période sont fragmentaires et touchent des sujets variés. Norris *et al* (1940) se sont intéressés aux techniques de capture et de baguage. Bennett et English (1943, 1947, 1948) ont effectué des évaluations des populations d'automne en Pennsylvanie ainsi que des relevés sur les migrations. Pour leur part, Studholme et Norris (1942) apportèrent des explications sur le cycle vital de l'oiseau.

Les travaux sur les terrains de pariade, les études du comportement reproducteur et les recensements sont difficilement dissociables. Dès le début des années quarante, quelques études ont été effectuées sur ces sujets. Citons entre autres les travaux de Pitelka (1943), Dangler (1947) Yerger (1947) et Richter (1948). Les premières études d'envergure sur les habitudes alimentaires de la bécasse furent menées par Davis (1935) et Sperry (1940). Ce fut le prélude

aux travaux sur les sites de nutrition.

Jusqu'à 1950, il y eut peu de travaux sur l'habitat de la bécasse. Les besoins de telles études devaient être peu importants. Les études, comme celles de Pettingill (1936), de Mendall et Aldous (1943) et même celle de Rearden (1950) consistent en effet en des descriptions plus ou moins littéraires des couverts utilisés par la bécasse.

B. Recherches effectuées entre 1950 et 1970

Au début des années cinquante, les travaux sur les terrains de pariade se poursuivent avec Kozicky *et al* (1954), Westfall (1954), Weeden (1955), Marshall (1958), Goudy (1960), Maxfield (1961), Duke (1966), Modafferi (1967). L'importance donnée aux terrains de pariade était proportionnelle à l'importance que l'on accordait à ces sites pour la productivité des populations de bécasses. Les sujets discutés dans ces publications traitent de la végétation et de la physionomie des terrains. On y parle également de la densité des mâles reproducteurs et de leur comportement. Deux études majeures, celles de Ensminger (1954) en Louisiane et de Miller (1957) en Pennsylvanie, ont tenté de relier l'abondance des vers de terre et les densités de bécasses. Toutefois, leurs études n'établirent pas de lien avec l'habitat.

Les habitats de nidification ont fait l'objet de quel-

ques publications durant cette période. Citons les travaux de Longwell (1951), Sheldon (1952) et Weeden (1955). Il faudra attendre près de 20 ans avant que ce thème de recherche devienne prioritaire.

La période de 1950-1970 est caractérisée par l'instauration de programmes de recherches sur la bécasse. En 1951, la Pennsylvanie mettait sur pied un programme d'étude d'une durée de huit ans ayant pour but d'approfondir les connaissances de la biologie de l'espèce et de recueillir des informations sur les habitats (Liscinsky, 1972). La mise en place de programmes d'action gagna les états voisins et les études sur la biologie et les habitats s'accélérèrent.

Parallèlement à ces recherches, les travaux de Dewitt *et al* (1960), Stickel *et al* (1965a, b) et Wright (1965) viennent souligner l'importance qu'on se devait d'accorder à l'impact des pesticides sur l'habitat bécassier. A ces études se greffèrent celles de Locke (1965) qui s'attaque aux maladies parasitaires de l'espèce.

En 1966, un rapport préparé par le U.S. Fish and Wildlife Service (Coon, 1977) fit état de l'avancement des recherches et recommanda d'emblée leur poursuite. MacDonald et Martin (1971) mentionnent la création et la supervision par le U.S.F.W.S. en 1967 d'un projet de recherche destiné à

mettre en lumière les mécanismes de migration des oiseaux gibiers. Cette initiative a permis d'éclaircir de nombreux aspects des migrations chez la bécasse.

La période 1950-1970 s'est avérée fertile dans de multiples domaines de recherche sur la bécasse d'Amérique. L'apport de connaissances revient principalement à deux spécialistes. On ne peut passer sous silence la participation émérite de Liscinsky (1967, 1972) dont les recherches ont permis de fructueux progrès en matière d'aménagement. Signalons aussi Sheldon (1967) qui publia le premier livre d'importance qui obtint une large diffusion, livre basé sur ses résultats de recherche entre 1952 et 1967. N'oublions pas les monographies de Blankenship (1957) sur la biologie de la bécasse dans le Michigan et de Glasgow (1958) sur les terrains d'hivernage en Louisiane.

Cette époque fut aussi marquée par l'intérêt que l'on manifesta envers les études de population. Les "Woodcock Status Reports" annuels de l'U.S. Fish and Wildlife Service regroupent une foule d'informations sur la bécasse. L'étude de Goudy (1969) décrit la dynamique des populations de la Virginie de l'ouest et commente les effets de la chasse. Une étude similaire (Williams, 1969) attira l'attention sur les populations hivernant en Louisiane.

C. Recherches postérieures à 1970

Le début des années soixante-dix a vu naître un effort de recherche considérable sur l'habitat de la bécasse. Un examen de la littérature nous a permis de limiter deux étapes caractéristiques qui incombent à cette période: l'approche descriptive et l'approche analytique.

1. Approche descriptive

Au cours de la première étape, les études se fondent essentiellement sur l'aspect descriptif des milieux observés. Nous y associons deux démarches distinctes, mais souvent conduites en parallèle. L'une s'appuie sur des observations qualitatives (nature du substrat, nomenclature des végétaux recensés, etc.) ou semi-quantitatives (indice d'abondance-dominance, attribution de classes à des variables, absence ou présence de certaines espèces de plantes, etc.). Quoique nécessaires, on ne saurait nier le caractère purement informel, souvent empreint de subjectivité, que suggèrent de telles données. L'autre démarche insiste sur les mesures quantitatives que doit comporter, à notre avis, une étude approfondie de l'habitat. Elles mettent en évidence un traitement comparatif des données et procèdent au moyen de statistiques univariées. La majorité des études effectuées sur

les habitats de la bécasse, au début des années soixante-dix, font appel au jumelage de ces deux démarches.

Plusieurs études télémétriques illustrent ce que nous avons convenu d'appeler l'approche descriptive. C'est à l'aide de ces méthodes que Pullen (1973), Horton et Causey (1974) et Horton (1976) peuvent décrire qualitativement les habitats diurnes et nocturnes de la bécasse sur ses terrains d'hivernage. Pour leur part, Dunford et Owen (1973) décrivent l'habitat préférentiel des jeunes et, Owen et Morgan (1975b), l'habitat d'été des bécasses adultes dans l'état du Maine. C'est grâce aux patrons de déplacement enregistrés le jour et la nuit, que Caldwell et Lindzey (1974) ont pu relever les couverts propices aux femelles adultes et à leurs poussins en Pennsylvanie. Enfin, Nicholson (1977) a pu étudier l'utilisation, au printemps et en été, d'anciennes zones d'exploitation forestière dans la région du Maine.

Plusieurs études descriptives utilisent à la fois les méthodes qualitatives et quantitatives. Wishart et Bider (1976) se servent de cette approche pour étudier les habitats utilisés par la bécasse entre les mois d'avril et de novembre dans la région des Lauren-

tides au Québec. Fenwood (1976) procède à un inventaire de l'habitat général dans le sud-ouest de la Virginie de l'ouest. L'auteur fait ressortir des mesures relatives à la physionomie du milieu, à la densité du couvert au sol et à la hauteur des arbustes. Dyer et Hamilton (1977) ainsi que Morgenweck (1978) se servent du couplage des deux démarches (qualitatives et quantitatives) pour étudier les habitats diurnes, en hiver en Louisiane pour les premiers et en été au Minnesota pour le second.

L'approche descriptive quantitative, c'est-à-dire celle qui compare les paramètres du milieu à l'aide de tests statistiques univariés, a été utilisée pour étudier les habitats de nidification par Causey *et al* (1974) en Alabama, Gregg (1974), Chambers (1976) dans l'état de New-York, Gregg et Hale (1977) au Wisconsin. De la même façon, les terrains d'élevage reçoivent une attention particulière de la part de Wenstrom (1973, 1974) et de Godfrey (1974) au Minnesota. Clauson (1974) utilise la même approche pour l'étude des aires de nidification et d'élevage dans l'état de New-York.

2. Approche analytique

L'avènement de logiciels permettant l'utilisation des analyses numériques multidimensionnelles conduisent

à ce que nous appelons l'approche analytique. Cette méthode tend à cerner un nombre minimal de variables indépendantes capables d'induire le maximum d'informations sur la situation à résoudre. Ces techniques sont utilisées avec efficacité par Bourgeois (1977) en regard d'un problème relié à la bécasse d'Amérique, mais non connexe aux études de l'habitat. A partir de 1977, plusieurs études citées précédemment ont été reprises. Il devenait impérieux de traiter les données avec de nouveaux outils mathématiques. Nous énumérerons ici les principaux travaux qui se réfèrent à cette méthode analytique.

Trois types d'habitats saisonniers ont d'abord été étudiés. Kroll et Whiting (1977) se sont penchés sur les habitats utilisés durant l'hiver dans l'est du Texas. Rabe (1977, 1978) analysa la structure de l'habitat diurne estival au Michigan. Au Québec, dans la région beauceronne, Dompierre (1979) compare les structures des habitats d'automne utilisés par la bécasse à celles d'habitats similaires non utilisés. D'importants travaux sur les sites de pariades ont été réalisés par Gutzwiller et Wakeley (1982), Kinsley *et al* (1982), et Gutzwiller *et al* (1983).

Coon (1977), Coon *et al* (1982) mettent l'emphase sur les structures végétales de l'habitat de nidification en Pennsylvanie. Les habitats d'élevage sont étudiés par Dwyer *et al* (1982). Bourgeois (1977) traite conjointement de l'habitat de nidification et d'élevage, mais avec un choix limité de paramètres.

D. Adéquation des méthodes

La présente section est réservée à l'analyse comparative des paramètres ressortant des études mentionnées ci-dessus et qui peuvent servir comme descripteurs de différents types d'habitats de la bécasse d'Amérique. Afin de mieux saisir l'idée d'une structure générale, nous avons élaboré le tableau 1. Nous avons réuni les descripteurs sous huit différents groupes.

La première catégorie de paramètres se rattache à la densité. Cette dernière peut d'abord être exprimée en fonction des essences végétales; nombre d'espèces rencontrées par unité de surface ou densité des espèces caractéristiques. Plusieurs auteurs se servent des catégories (arbres, arbustes, herbacées) pour décrire les habitats. Une autre façon d'exprimer la densité par catégories est l'utilisation des classes de diamètre et de hauteur .

Les caractères structuraux de la végétation forment le second groupe de paramètres. L'éventail de ceux-ci est tou-

Tableau 1

COMPARAISON DES DIFFERENTES VARIABLES D'IMPORTANCE
RETENUES PAR LES AUTEURS (1977 à 1983) ET LE PRESENT TRAVAIL

Groupes de paramètres	Auteurs*										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Densité											
- essences	x				x(4)	x			x		
- catégories											
. arbres	x			x		x			x(2)	x(3)	x
. arbustes	x	x		x		x	x	x	x	x	x
. herbacées		x		x							
- classes de diamètre	x(3)					x(3)			x		
- classes de hauteur			x(3)								
Caractères structuraux											
- diamètre des essences					x(4)						
- hauteur maximale	x			x		x			x		
- hauteur moyenne au sol			x			x					
- bordure	x(2)					x(4)	x	x		x(3)	x(3)
- ouvertures	x(2)	x(2)	x	x			x			x(3)	x(2)
- obstruction de la vision horizontale				x(4)							

Tableau 1 (suite)

Groupes de paramètres	Auteurs*										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Recouvrement											
- strate arborée	x	x			x						
- strate arbustive			x		x						
- strate herbacée		x			x	x				x	x(2)
- strate muscinale					x						
- sol nu			x	x	x	x				x(2)	x
- litière						x(2)				x	
- pénétration de lumière (% couverture végétale)	x										
Surface terrière											
- par essence		x									
- globale	x		x	x	x	x(2)			x	x	x
Humidité											
- drainage							x				
- mesure directe	x			x							x
- distance d'un point d'eau		x	x			x					x
Sol											
- texture		x(2)									
- pente					x						x
- éléments minéraux		x(2)									
- pH											x

Tableau 1 (suite)

Groupes de paramètres	Auteurs*										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nourriture											
- densité de vers de terre		x									
Autres											
- distance à un couvert diurne						x					
- distance à un terrain de pariade						x				x	
- distance à un arbre								x			
- âge du peuplement						x					

(2, 3, 4): nombre de types de mesures prises sur un même paramètre

* 1- Coon, 1977

2- Kroll et Whiting, 1977

3- Bourgeois, 1977

4- Rabe, 1977

5- Dompierre, 1979

6- Kinsley *et al*, 1982

7- Gutzwiller et Wakeley, 1982

8- Coon *et al*, 1982

9- Dwyer *et al*, 1982

10- Gutzwiller *et al*, 1983

11- Présent travail

tefois plus diversifié. Il va du diamètre des essences caractéristiques des habitats à bécasse à l'obstruction de la vision horizontale selon différents échelons (indice de densité), en passant par les hauteurs maximales et moyennes au niveau du sol. La bordure constitue un élément structural important. On la mesure en termes de hauteur, de longueur ou de distance à partir du nid. Nous savons que la bécasse utilise régulièrement les trouées (ouvertures) dans la végétation pour échapper à ses agresseurs (prédateurs ou chasseurs). Les éléments de bordure et d'ouverture nécessiteraient une meilleure définition et une méthodologie précise de mesure.

Le degré de recouvrement des différentes strates fait ressortir un groupe important de paramètres. Il est toutefois utilisé différemment par les auteurs, certains ne recourant qu'à une ou deux strates. Par contre, le degré de sol nu est une mesure fréquente et indicative. La mesure de la pénétration de la lumière est une autre façon d'évaluer le recouvrement. Cependant, il s'agit d'un paramètre qui varie considérablement au cours des saisons pour un même habitat. Il doit donc être interprété avec prudence.

La surface terrière, régulièrement employée dans les études de la faune forestière, représente un descripteur très

important des habitats à bécasse. C'est une mesure qui complète l'information apportée par la densité et par le diamètre des essences végétales.

Trois autres groupes de paramètres sont analysés de diverses manières par les auteurs. L'humidité du sol (drainage, point d'eau, mesure directe) attire l'attention de plusieurs d'entre eux. Les caractéristiques du sol sont mesurées en fonction de la texture (% de sable, etc.), de la pente et des éléments minéraux qu'il renferme. Le pH, bien qu'il soit mesuré dans presque toutes les études, n'est pas souvent retenu comme variable explicative des caractéristiques de l'habitat. De même, la nourriture présente dans le sol (vers de terre) apparaît peu essentielle comme paramètre.

A la lecture de ces récentes publications, nous retraçons diverses faiblesses qui surgissent de l'approche explicative (analytique) tentée par les auteurs et auxquelles il est urgent de pallier.

La première lacune qu'il nous est permis de déceler, est le manque d'unité inhérent à ces travaux. En effet, dans le cas d'études tout à fait similaires (ex: terrains de nidification), nous remarquons que les paramètres mesurés sont parfois très différents d'un auteur à l'autre, d'où la difficulté d'établir une constante applicable à grande échelle.

Par ailleurs, nous comprenons mal les raisons qui justifient l'emploi de variables analogues pour étudier des milieux bio-géographiques totalement dissemblables (ex: terrain de nidification vs terrain de pariade).

Pour remédier à de tels inconvénients, il nous apparaît capital d'uniformiser davantage la méthodologie afin de créer un modèle d'habitat-type. Nous croyons que le fait de mettre au point une méthode standard, reposant sur un choix judicieux de paramètres et visant à la comparaison des résultats, faciliterait le travail des aménagistes. Nous constatons, effectivement, qu'aucun travail réalisé jusqu'à présent, conduit à l'élaboration d'un modèle prédictif sur l'utilisation par la bécasse, d'habitats disponibles.

Nous aborderons au chapitre 5, l'étude comparative des résultats relatifs aux principaux paramètres retenus lors de nos analyses, et des valeurs obtenues par les différents auteurs pour les mêmes paramètres.

CHAPITRE 2

REGIONS D'ETUDE ET APPROCHE METHODOLOGIQUE

A. Régions d'étude et périodes de prélèvement des données

Nous avons échantillonné 28 sites de nidification répartis dans la plaine du fleuve Saint-Laurent, entre Trois-Rivières et Montréal. Le prélèvement des données a été effectué du 20 juin au 8 octobre 1984. Deux terrains de nidification n'ont pas été soumis à l'analyse. Comme la découverte des nids à ces endroits remonte respectivement à 1977 et 1978, nous avons jugé prudent d'exclure ces sites du traitement statistique, en raison de l'âge plus avancé des milieux. Le tableau 2 met en évidence les régions où se sont déroulés nos travaux et les dates d'échantillonnage de chacun d'eux.

Parallèlement à nos relevés sur les sites de nidification, nous avons aussi inventorié des habitats d'élevage. La cueillette des données s'est échelonnée du 18 mai au 6 août 1984. A partir de six terrains de nidification, nous avons été en mesure d'examiner 17 stations d'élevage,

Tableau 2

REGIONS D'ETUDE ET DATES DE PRELEVEMENT
DES DONNEES DES SITES DE NIDIFICATION ET DE CONTROLE

N° du site		Région d'étude	Coordonnées	Année de nidification	Date de prélèvement des données (1984)
N*	C*				
1	29	Saint-Eustache	45°35' 73°55'	1984	12-09
2	30	Boisbriand	45°36' 73°51'	1984	08-10
3	31	Sainte-Dorothée	45°32' 73°50'	1984	03-07
4	32	Sainte-Dorothée	45°32' 73°50'	1984	04-07
5	33	Fabreville	45°33' 73°49'	1984	03-08
6	34	Fabreville	45°33' 73°49'	1983	04-09
7	34	Fabreville	45°33' 73°49'	1983	31-07
8	35	Fabreville	45°33' 73°49'	1983	01-08
9	36	Fabreville	45°33' 73°49'	1983	02-08
10	37	Sainte-Rose	45°34' 73°48'	1984	17-08
11	38	Sainte-Rose	45°34' 73°48'	1981	20-08
12	-	Sainte-Rose	45°34' 73°48'	1977	21-08
13	-	Sainte-Rose	45°34' 73°48'	1978	22-08
14	38	Sainte-Rose	45°34' 73°48'	1982	24-08
15	39	Sainte-Rose	45°35' 73°47'	1983	18-07
16	39	Sainte-Rose	45°35' 73°47'	1983	17-07
17	39	Sainte-Rose	45°35' 73°47'	1983	19-07
18	40	Sainte-Rose	45°35' 73°47'	1983	16-07
19	41	Sainte-Rose	45°35' 73°45'	1981	14-07
20	42	Lachenaie	45°44' 73°31'	1984	29-09
21	43	Lachenaie	45°44' 73°30'	1984	07-10
22	44	Lachine	45°26' 73°39'	1984	05-10
23	45	Delson	45°23' 73°33'	1984	04-10
24	46	Saint-Cuthbert	46°11' 73°14'	1984	16-08
25	47	Maskinongé	46°20' 73°09'	1984	07-07
26	48	Pointe-du-Lac	46°17' 72°44'	1984	20-06
27	49	Saint-Hyacinthe	45°39' 72°58'	1984	15-08
28	50	Saint-Simon	45°46' 72°53'	1984	07-08

N.B.: Les régions de Sainte-Dorothée, Fabreville et Sainte-Rose sont comprises dans la municipalité de Ville-de-Laval (Montréal).

N*: Site de nidification. C*: Site de contrôle.

-: Site échantillonné mais non traité statistiquement en raison du vieillissement du milieu.

représentant les déplacements quotidiens de ces couvées. Le tableau 3 résume diverses informations relatives aux couvées et à l'identification des sites d'élevage.

Il est important de mentionner que certaines variables, susceptibles de fluctuer avec l'avancement de la saison estivale, ont toutes été mesurées dans le semaine du 23 au 29 juillet 1984 et ce, pour l'ensemble des stations d'échantillonnage. Nous annihilons ainsi un risque d'erreur dans la comparaison des résultats. Ces variables réfèrent aux pourcentages de sol nu, de couverture végétale, d'espèces muscinales et herbacées, ainsi qu'à la hauteur des plantes herbacées.

B. Localisation des nids et des couvées

La localisation des nids et des couvées s'est faite principalement avec l'aide de membres du "Club des bécassiers du Québec", dans le cadre d'un programme de marquage des jeunes bécasses en cours depuis 1983. Notre approche misait aussi sur la participation du public (chasseurs, ornithologues, amateurs de plein air) pour aider à la découverte de nids. A cet effet, une campagne publicitaire a été mise en place et véhiculée par divers médias d'information (journaux locaux et régionaux, émissions télévisées). Un exemple de publicité est présenté à l'annexe A.

Tableau 3

DONNEES RELATIVES AUX COUVEES ET A L'IDENTIFICATION DES SITES D'ELEVAGE (1984)

N° du site de nidification	Date d'éclosion des oeufs	Nombre d'oeufs par couvée	Suivi quotidien des couvées (heures après l'éclosion)								Remarques
			24	48	72	96	120	240	264	288	
3	08-05-84	3	x (03-07)* (51)								Impossibilité de retracer la couvée au 2e jour et les suivants.
5	06-05-84	4	x (04-08) (52)	x (05-08) (56)	x (06-08) (59)	x (06-08) (61)					Expérimentateur cesse de suivre la couvée au 5e jour.
10	12-05-84	3	x (18-08) (53)			x (19-08) (62)					2 jeunes sont bagués au 4e jour.
22	31-04-84	3	x (09-07) (54)					x (10-07) (65)	x (12-07) (66)	x (13-07) (67)	Impossibilité de localiser la couvée entre le 1er et le 6e jour.
26	12-05-84	3		x (21-06) (57)							- 2 oeufs ont été prédatés - ♀ et son jeune sont localisés au 2e jour seulement
28	16-05-84	2	x (18-05) (55)	x (19-05) (58)	x (22-06) (60)	x (24-06) (63)	x (25-06) (64)				Expérimentateur cesse de suivre la couvée au 6e jour.

X: Sites d'élevage (total: 17)

*: Les chiffres entre parenthèses correspondent aux dates de mesure des paramètres de l'habitat.

O: Les chiffres dans les cercles correspondent aux numéros du site d'élevage.

Afin de déterminer l'emplacement des différents sites utilisés par les couvées, nous avons exercé un suivi de leurs déplacements spatio-temporels. L'utilisation de chiens d'arrêt nous a été d'un précieux secours pour localiser les bécasses. Ceux-ci permettent vraiment d'accomplir un ratissage complet et intensif des terrains visités. Les chiens employés avaient tous une très grande expérience de ce gibier.

C. Choix des sites de contrôle

Pour les fins de comparaison, chaque site de nidification exigeait le positionnement aléatoire d'un site de contrôle individuel dans le voisinage immédiat de l'aire maximale d'échantillonnage (Green, 1979). Dans les rares cas où les nids étaient très proches (25 mètres ou moins) l'un de l'autre (stations 6-7, 11-14, 15-16-17), un seul site de contrôle servait de témoin à un groupe de deux ou trois nids.

Les sites de contrôle sont des places-échantillons caractérisées par l'absence de nidification. Ils peuvent néanmoins constituer des habitats potentiels pour la bécasse. Nous avons utilisé une méthode qui permettait de choisir au hasard, mais le plus adéquatement possible, l'emplacement des zones témoins. Il nous fallait éliminer au maximum le risque de subjectivité toujours probable dans le choix

des sites de contrôle.

Nous avons procédé à l'aide de photographies aériennes (1:15,000) prises aux mois de juin 1982 et 1983. Ces photographies nous ont été gracieusement fournies par le Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec. Les clichés ont d'abord été agrandis par un coefficient multiplicateur d'ordre 8, de façon à obtenir une échelle modifiée au 1:1875. L'examen stéréoscopique de ces agrandissements permettait de localiser précisément le terrain de nidification.

L'étape suivante consistait à diviser l'habitat potentiel en portions d'égales dimensions. Comme une longueur de 1,0 cm sur la photographie équivaut à une distance de 18,75 m sur le terrain, nous avons quadrillé l'épreuve en sous-unités de 1,066 cm de côté à l'aide d'un traceur de courbes, chacune d'elles correspondant alors à un quadrat maximal d'échantillonnage de 400 m^2 qui sera utilisé tout au long des travaux.

Nous avons finalement assigné une numérotation différente à chaque parcelle ainsi décrite. Nous avons alors procédé à une pige au hasard parmi un ensemble de numéros compris dans un intervalle, préalablement déterminé par le nombre de parcelles attribuées à chaque habitat potentiel. Le tirage, effectué par une calculatrice programmable Texas

Instrument TI-58, permettait d'identifier le numéro du site de contrôle (C^1) associé au site de nidification (N^1). Il nous restait à calculer les distances et les angles entre les deux canevas géométriques (coordonnées théoriques "nid-contrôle"), pour ensuite reproduire le quadrillage à l'échelle et fixer sur le terrain le site de contrôle expérimental. Une schématisation de la technique est présentée à la figure 1.

Le travail sur des cartes aériennes permet de mieux visualiser le découpage du milieu à l'étude et, de ce fait, d'établir de façon plus objective le nombre exact d'unités sujettes à être sélectionnées comme site de contrôle. Nous croyons que l'expérimentateur qui déciderait sur place du site de contrôle, porterait atteinte à l'objectivité de l'étude. Délibérément ou non, il pourrait juger de la délimitation des habitats potentiels, d'où le critère de partialité en faveur du maintien ou du rejet de la première hypothèse nulle.

L'application de notre procédure de sélection des sites de contrôle est renforcie par le fait que l'espèce n'est pas territoriale lors de la nidification.

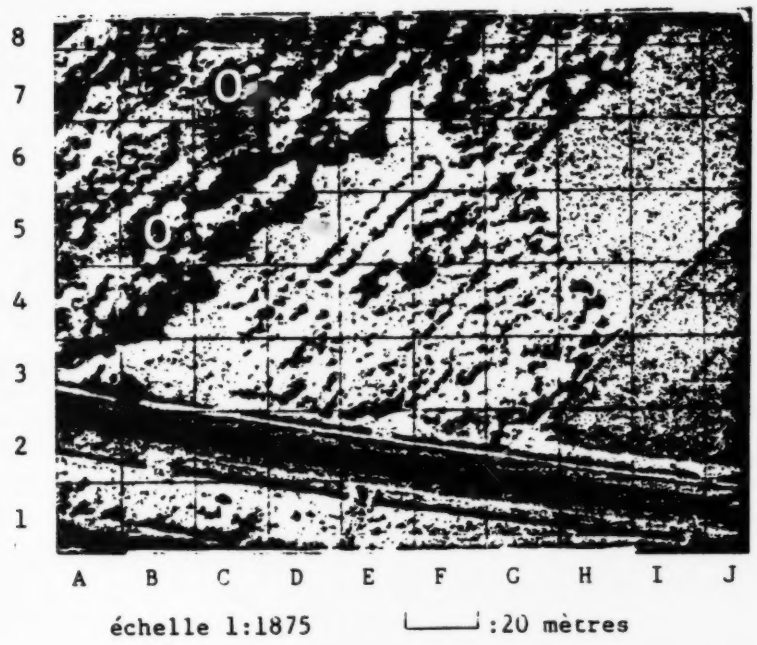


Fig. 1. Schématisation de la technique visant à sélectionner au hasard l'emplacement du site de contrôle.

C7: site de nidification.

B5: site de contrôle aléatoire.

CHAPITRE 3

MATERIEL ET METHODES

A. Analyse biologique et physique de l'habitat

Une étude sur la sélection de l'habitat requiert, à notre avis, de travailler avec une vision écosystémique de l'environnement, puisque plusieurs facteurs biotiques ou abiotiques sont susceptibles d'influer sur l'espèce lors du choix de son habitat. Il faut, pour cette raison, attacher une importance particulière au caractère associatif ou synergétique des éléments naturels en place qui vont guider le choix de l'animal.

Le tableau 4 énumère les principales variables qui ont été mesurées à chacun des sites de nidification, de contrôle et d'élevage. Celles-ci se regroupent en quatre catégories: végétation, organisation spatiale, éléments de bordure et données physiographiques. Les variables présentées dans ce tableau ont été adaptées de Kinsley *et al* (1982) et de Gutzwiller *et al* (1983). Cette adaptation se veut un effort de standardisation afin de rendre les résultats comparables.

Tableau 4

IDENTIFICATION DES VARIABLES UTILISEES DANS L'ETUDE
ET ABREVIATIONS RETENUES POUR CHACUNE D'ELLES

Numéro de la variable	Nom de la variable	Abréviation
0:	numéro de site	N°
1:	nidification = 1, contrôle = 0, élevage = 2	N=1, C=0, E=2
	VEGETATION	
2:	sol nu (%)	sol nu
3:	litière (%)	lit.
4:	épaisseur de la litière (mm)	ép. lit.
5:	recouvrement muscinal (%)	rec. mus.
6:	recouvrement herbacé (%)	rec. herb.
7:	hauteur des herbacées (cm)	haut. herb.
19:	couverture végétale (%)	couv. végét.
20:	hauteur moyenne du couvert (m)	haut. couv.
	DENSITE	
8:	arbustes < 0,30 m	nb. arbus. cl. 1
10:	arbustes ≥ 0,30 m < 1,25 m	nb. arbus. cl. 2
11:	arbustes ≥ 1,25 m < 2,50 m	nb. arbus. cl. 3
12:	arbustes ≥ 0,30 m < 2,50 m	nb. arbus. cl. 4
9:	recouvrement arbustif total (%) -50 m^2	rec. arbus.
13:	arbres ≥ 2,50 m < 7,6 cm DHP	nb. arbres cl. 1
14:	arbres ≥ 7,6 cm < 15,2 cm DHP	nb. arbres cl. 2
15:	arbres ≥ 15,2 cm DHP	nb. arbres cl. 3
16:	densité totale des arbres	nb. arbres tot.
36:	nombre d'espèces d'arbustes < 0,30 m	nb. sps. 1
37:	nombre d'espèces d'arbustes ≥ 0,30 m	nb. sps. 2
17:	nombre d'espèces d'arbres	nb. sps. 3

Tableau 4 (suite)

Numéro de la variable	Nom de la variable	Abréviation
	SURFACE TERRIERE	
18:	surface terrière totale des arbres (m^2/ha)	sur. ter.
21:	diamètre moyen des arbres (cm) - 50 m^2	dia. arbres
34:	âge du peuplement (années)	âge peup.
	ORGANISATION SPATIALE	
22:	distance du nid à un point d'eau (m)	dist. pt eau
23:	distance du nid à un terrain de pariade (m)	dist. pariade
24:	distance du nid à la plus proche ouverture (m)	dist. ouv. 1
25:	surface de l'ouverture (classe)	sur. ouv. 1
26:	distance du nid à une seconde ouverture (m)	dist. ouv. 2
27:	surface de la seconde ouverture (classe)	sur. ouv. 2
	ELEMENTS DE BORDURE	
28:	distance du nid à la plus proche bordure (m)	dist. bord.
29:	hauteur de la bordure (m)	haut. bord.
30:	longueur des écrans de végétation (m)	long. bord.
	PHYSIOGRAPHIE	
31:	pH du sol	pH du sol
32:	pente au nid (classe)	pente
33:	drainage du sol (classe)	drainage
35:	texture du sol (classe)	texture
	AUTRES	
38:	nombre de jours après l'éclosion	jrs éclos.
39:	distance parcourue à chaque jour par la couvée (m)	dist. couvée

1. Paramètres inhérents à la végétation

Les caractéristiques de la végétation ont été mesurées selon six strates mises en évidence dans le tableau 5. Les superficies échantillonnées pour chacune de ces strates sont similaires à celles utilisées par Dompierre (1979). L'expression de nos résultats s'applique à des quadrats limités à 0,04 hectare (400 m^2), superficie maximale généralement employée dans ce genre d'étude. Quant au calcul de l'aire minimale d'échantillonnage (Guinochet, 1973), les auteurs ayant travaillé sur l'habitat de la bécasse l'ont tous établie à 25 m^2. Nous avons donc utilisé cette surface comme point initial de notre inventaire. A l'aide d'une boussole, nous avons orienté tous nos quadrats à angles droits, selon la direction des points cardinaux.

a) Couvert de végétation au sol

Les superficies de sol nu et de litière ont été approximées en pourcentage par rapport à la surface totale du plus petit quadrat. Nous entendons par sol nu, toute portion de sol minéral dégagée de matière organique. De la même façon, nous avons évalué le recouvrement muscinal et herbacé en accordant un pourcentage à la couverture végétale au sol. Nous considérons que la somma-

Tableau 5

STRATES DE LA VEGETATION SUR LESQUELLES SONT MESUREES DIVERSES CARACTERISTIQUES DE L'HABITAT

Strate	Hauteur et/ou diamètre
1	Couvert de la végétation au sol (25 m^2)*
2	Arbustes < 0,30 m (50 m^2)
3	Arbustes $\geq$ 0,30 m < 2,50 m (100 m^2)**
4	Arbres $\geq$ 2,50 m < 7,6 cm DHP (200 m^2)
5	Arbres $\geq$ 7,6 cm < 15,2 cm DHP (400 m^2)
6	Arbres $\geq$ 15,2 cm DHP (400 m^2)

* Les valeurs entre parenthèses correspondent aux superficies échantillonnées pour chacune des variables

** La strate 3 contient deux catégories de densité: arbustes $\geq$ 0,30 m < 1,25 m et $\geq$ 1,25 m < 2,50 m.

tion des valeurs accordées à chacune de ces quatre variables, constitue un recouvrement horizontal égal à 100%.

Deux personnes, parfois trois, ont évalué séparément le couvert de végétation au sol. Dans les rares cas où les observateurs ne parvenaient pas aux mêmes résultats, nous avons effectué une moyenne des valeurs obtenues.

L'épaisseur moyenne de la litière et la hauteur moyenne des herbacées ont été mesurées à l'aide d'une règle graduée. Cinq mesures ont été prises; l'une au centre et les autres dans chaque coin du quadrat. L'annexe B présente un relevé floristique du recensement des plantes herbacées.

b) Mesures reliées à la densité et à la surface terrière

L'identification des espèces végétales ligneuses et leur dénombrement ont porté sur les cinq dernières strates de la végétation. Le mètre gradué a de nouveau été utilisé pour établir l'appartenance de l'espèce à l'une ou l'autre des deux strates arbustives. Lorsque la cime d'une espèce atteignait ou dépassait 2,5 m de hauteur, l'individu était alors classé dans l'une des trois

strates arborées correspondant à son diamètre. Le diamètre des essences a été mesuré au moyen d'un vernier.

A partir de ces dernières données, nous avons calculé la densité pour chaque classe, ainsi que la densité totale des arbres et arbustes. De façon à rendre nos résultats comparables, ceux-ci ont été rapportés sur une même échelle métrique (nombre de tiges/25 m^2). Dans le cas des stations où la végétation arbustive était homogène sur 25 m^2 ou plus (ex: champ de spirées ou de cornouillers), nous avons effectué un sous-échantillonnage à partir d'un décompte sur une superficie de 2 m^2.

La surface terrière est un paramètre complémentaire à la densité et au diamètre des essences. Schemnitz (1980) indique que la surface terrière représente un indice de recouvrement. Elle permet d'évaluer la superficie recouverte par les troncs d'arbres à l'intérieur du quadrat d'échantillonnage. Contrairement à la densité, nous avons convenu d'évaluer globalement la surface terrière, c'est-à-dire pour la totalité des classes de diamètre. Aucune

information additionnelle pertinente aurait résulté d'une analyse des surfaces terrières individuelles.

c) Autres mesures

Nous avons d'abord évalué l'âge du peuplement au moyen d'une sonde Presler, servant au prélèvement d'échantillons de matière ligneuse. Le décompte des stries de croissance de l'échantillon rendait compte de l'âge. Nous avons vérifié nos résultats à l'aide d'une abaque dendrométrique que le département de foresterie de l'université Laval a bien voulu mettre à notre disposition.

La hauteur du couvert a été estimée par la méthode classique de la parallaxe. Enfin, nous avons mesuré le pourcentage de couverture végétale (voûte de feuillage), à l'aide d'un posemètre (photomètre) de marque Sekonic, modèle L-28. La procédure consistait à comparer, simultanément ou dans un très court intervalle de temps, la luminosité transmise au centre du quadrat avec celle obtenue en terrain découvert. La division de la première lecture par la seconde, multipliée par 100 donnait le pourcentage de lumière admise sous le couvert. L'indice de Fox (1979) nous a permis

de comparer les recouvrements verticaux des différents couverts.

2. Paramètres inhérents aux éléments biophysiques du milieu

Nous avons vu, au chapitre 1, que la configuration du milieu constituait un pôle attractif important, lors de la sélection de l'habitat par l'espèce. La conformation de l'habitat à bécasse est fonction de paramètres biophysiques de l'environnement. Ces derniers regroupent des informations relatives à l'organisation spatiale, aux éléments de bordure et aux données physiographiques du milieu. L'espacement comportemental, de même que le couvert d'isolation et de protection des nichées dépendront de certains de ces paramètres.

a) Organisation spatiale

La bécasse doit être en mesure de fuir un prédateur éventuel. Pour ce faire, elle a besoin d'ouvertures pour échapper rapidement à l'ennemi. Ces ouvertures s'identifient à des trouées à l'intérieur de la végétation. Coon (1977), Kroll et Whiting (1977) suggéraient que soit mesurée la distance du nid à ces ouvertures. Nous avons tenu compte de leur recommandation. Dompierre (1979), pour sa part, insistait sur l'importance de quantifier la superficie optimale des trouées. Cette varia-

ble a été mesurée à l'aide de calculs simples d'aires géométriques sommées, ainsi que par les méthodes conventionnelles de triangulation.

La présence d'un point d'eau dans l'entourage immédiat du site de nidification ou d'élevage, est une caractéristique propre à l'habitat de la bécasse. Nous avons mesuré la proximité de cet élément par rapport à chacun des nids et des sites d'élevage. De la même façon, nous avons vérifié s'il n'existait pas une constante en ce qui concerne la distance entre les sites de couvaison et les terrains de parade.

b) Eléments de bordure

Des principes de base en écologie terrestre et en aménagement de la faune recommandent de porter une attention particulière aux bordures. Le concept de bordure a été développé par Léopold (1933) et reconsidéré avec attention par Patton (1975). Nous définissons la bordure comme étant la ligne de partage entre deux groupements végétaux différents. La bordure est accompagnée d'une zone de transition où la diversité et l'abondance des espèces, tant animales que végétales, sont susceptibles d'être plus élevées que dans les

biocénoses voisines (Dajoz, 1975). La présence d'une bordure peut aussi être accidentelle et extrinsèque au domaine naturel (passage d'une autoroute, découpage de champs agricoles, etc.).

Nous avons déterminé à quelle distance de la bordure l'espèce nichait et mesuré la hauteur de cette bordure. Par ailleurs, nous avons remarqué que les habitats de nidification et d'élevage sont souvent ceinturés par une ou plusieurs murailles de végétation. Nous ne considérons pas ces écrans de végétation comme des bordures, puisqu'ils ne délimitent d'aucune façon deux types de couvert. Nous croyons que leur rôle est d'assurer une protection supplémentaire à l'espèce. Nous avons mesuré la longueur totale des écrans de végétation présents à l'intérieur de chaque quadrat de 400 m^2.

c) Physiographie

Les paramètres physiographiques qui s'intègrent à l'habitat de la bécasse, vont nous renseigner sur diverses préférences de l'espèce qui sont fonction de ses adaptations. C'est ainsi, par exemple, que le drainage et la texture du sol pourront

influer sur l'alimentation de l'espèce,d'où l'importance de quantifier ces variables.

Nous avons estimé le drainage au moyen de tables spécialement conçues à cet effet et présentées dans le volume "Le système canadien de classification des sols" (Agriculture Canada, 1978). la texture du sol a été mesurée au moyen de la "pipette d'Andreasen" (Galehouse,1971). Il s'agit d'une méthode granulométrique améliorée qui permet de corriger jusqu'à 30% des erreurs probables, ressortant de l'analyse conventionnelle de Bouyoucos (1936). Les calculs relatifs à nos échantillons de sol ont été effectués par le biais d'un programme informatisé conçu par Boisvert (1983). La pente du terrain a été évaluée à l'aide d'un clinomètre. Les données relatives au degré d'inclinaison des pentes furent classées qualitativement (micro et macro pente). Enfin,nous avons mesuré en laboratoire le pH du sol avec un pH-mètre Fisher de précision 0,01.

B. Analyse statistique des données

L'utilisation de modèles paramétriques d'analyse exige que toutes les données répondent à une distribution normale.

Nous avons utilisé le test d'adéquation de Kolmogorov-Smirnov afin de vérifier l'hypothèse de normalité. Nous nous sommes assurés que la condition d'homoscédasticité des variances était respectée, en effectuant le test de F max sur chaque descripteur écologique. Des transformations logarithmiques et racinaires ont servi à normaliser les données qui n'obéissaient pas à la courbe de Gauss. Les descripteurs qui affichaient aucune variation ou qui étaient toujours en-dessous du seuil de détection de la normalité ont été éliminés des analyses multidimensionnelles. De même, certaines variables présentant peu d'intérêt écologique (moyennes non statistiquement différentes) ou comportant trop de valeurs manquantes ont pu être retranchées.

Le traitement statistique des données a été mené selon Zar (1974), Sokal et Rohlf (1981), Laforge (1984), Legendre et Legendre (1984) et Scherrer (1984). Nous nous sommes servis des logiciels SPSS (Statistical Package for the Social Science; Nie *et al*, 1975) et BMDP (Biomedical Computer Programs, 1981).

L'analyse statistique univariée a fait appel à des tests paramétriques (chi-carré, "t" de Student, S.N.K.) et non paramétriques (Mann - Withney, Kruskal - Wallis) qui ont été effectués sur deux et trois échantillons. Ces différents tests ont servi à réduire les matrices de données, une des conditions d'application des tests multivariés (Green, 1979).

Nos travaux reposent principalement sur deux types d'analyses multivariées. Dans un premier temps, nous avons réalisé une analyse en composantes principales (ACP) afin de décrire notre tableau de données et ce, sans tenir compte des "absences-présences". Cette méthode d'ordination dans un espace réduit permet de résumer en quelques dimensions importantes (axes principaux), la plus grande partie de la variabilité d'une matrice de dispersion (ou de corrélation) d'un grand nombre de descripteurs et de connaître ainsi la quantité de variance expliquée par chacun des axes principaux indépendants (Legendre et Legendre, 1984). La projection des 43 stations d'échantillonnage (26 terrains de nidification et 17 d'élevage) dans l'espace réduit des composantes principales, a été utilisée de concert avec les groupements hiérarchiques à liens simples dans le but de déceler quels sont les axes descripteurs qui séparent le mieux les groupes pré-établis. Sneath et Sokal (1973) suggèrent l'utilisation conjointe de ces deux méthodes d'analyse, le groupement agglomératif pouvant être superposé à l'ordination du complexe d'objets désirés. L'ACP a, entre autres, contribué au choix d'un nombre restreint de variables qui auront le potentiel de distinguer les trois groupes en présence. Une analyse des corrélations partielles entre descripteurs a aussi servi de critère pour justifier la sé-

lection des variables à être introduites dans l'analyse discriminante.

Dans un deuxième temps, nous avons fait usage de l'analyse discriminante de type "pas-à-pas", avec un seuil de probabilité de 0,001 afin d'éviter la redondance de certaines variables entre elles. En effet, si deux des variables observées sont fortement corrélées, elles feront double emploi du point de vue de l'analyse discriminante, et on ne perdra aucune information en ne considérant que l'une des deux (Volle, 1980). Nous avons utilisé la méthode du D^2 de Mahalanobis qui maximise la distance entre les centroïdes de chacun des groupes.

L'analyse discriminante établit la probabilité d'appartenance d'un échantillon à un groupe et permet de prédire l'attribution à celui-ci. En plus d'optimiser la classification inter-groupes, l'analyse discriminante va nous permettre de déterminer, par ordre d'importance, les variables responsables de la distinction entre les trois milieux étudiés.

Sauf indications contraires, le seuil de probabilité de 0,05 a été retenu pour tous les tests statistiques. Dans certains cas, nous avons précisé le niveau de probabilité associé aux tests significatifs par un ($0,05 \leq P < 0,01$), deux ($0,01 \leq P < 0,001$) ou trois ($P \leq 0,001$) astérisques.

CHAPITRE 4

RESULTATS

Les résultats bruts, associés à la mesure de chacune des variables, sont présentés à l'annexe C. Le tableau 6 énumère la liste des transformations effectuées sur les descripteurs et met en lumière les résultats préliminaires apportés par les tests de Kolmogorov-Smirnov et de F max.

A. Analyse de variance et test de comparaisons multiples

Une analyse de variance à un critère de classification constitue la première étape de notre approche visant à comparer les moyennes des trois échantillons indépendants (contrôle, nidification, élevage). Les résultats obtenus à partir de cette analyse figurent au tableau 7. Lorsque l'analyse conduisait au rejet de l'hypothèse principale Ho: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$, au niveau de probabilité $P \leq 0,05$, nous avons cru nécessaire de présenter une synthèse graphique des résultats suggérant l'existence d'une hétérogénéité au sein des trois moyennes (figure 2).

Dans le cas où l'hypothèse d'égalité des moyennes n'était pas retenue, nous avons procédé à un test de comparaisons mul-

Tableau 6

NORMALISATION DES DONNEES ET VERIFICATION DE L'HOMOGENEITE DES VARIANCES

Descripteur	Test de Kolmogorov-Smirnov ($P \leq 0,05$)	Transformation normalisatrice	Test de F max.		
			valeur calculée	P	D.L (num.;dén.)**
2 sol nu	0	$\sqrt{x+1}$	2,04	NS	(16;21)
3 lit.	0,093	aucune	3,77	$\leq 0,01$	(25;16)
4 ép. lit.	0,013	$\sqrt{x+1}$	2,82	$\leq 0,05$	(25;16)
5 rec. mus.	0	éliminée			
6 rec. herb.	0,020	$[\log_{10}(x+1)]^{1.5}$	7,33	$\leq 0,001$	(25;16)
7 haut. herb.	0	$[\log_{10}(x+1)]^{1.5}$	4,63	$\leq 0,005$	(25;16)
8 nb. arbus. cl. 1	0	$[\log_{10}(x+1)]^{1.5}$	4,74	$\leq 0,01$	(25;16)
9 rec. arbus.	0,091	aucune	5,19	$\leq 0,002$	(25;16)
10 nb. arbus. cl. 2	0,072	aucune	1,85	NS(1)	(25;16)
11 nb. arbus. cl. 3	0	$[\log_{10}(x+1)]^{2}$	3,26	$\leq 0,02$	(21;16)
12 nb. arbus. cl. 4	0,051	aucune	3,76	$\leq 0,01$	(21;16)
13 nb. arbres cl. 1	0,015	$\log_{10}(x+1)$	1,86	NS	(21;16)
14 nb. arbres cl. 2	0,510	aucune	2,34	NS	(21;16)
15 nb. arbres cl. 3	0	éliminée			
16 nb. arbres tot.	0,036	$\sqrt{x+1}$	5,23	$\leq 0,002$	(21;16)
17 nb. sps 3	0,010	$\log_{10}(x+1)$	3,88	$\leq 0,01$	(21;16)

Tableau 6 (suite)

	Descripteur	Test de Kolmogorov-Smirnov ($P \leq 0,05$)	Transformation normalisatrice	Test de F max.		
				valeur calculée	P	D.L (num.;d°n.)
18	sur. ter.	0,875	aucune	1,33	NS(2)	(21;25)
19	couv. végét.	0,065	aucune	1,51	NS	(21;25)
20	haut. couv.	0,214	aucune	1,88	NS	(21;16)
21	dia. arbres	0,603	aucune	2,43	NS	(21;16)
22	dist. pt eau	0	LOG_{10} (x + 1)	2,24	NS	(21;25)
23	dist. pariade	0,351	aucune	2,37	NS	(11;11)
24	dist. ouv. 1	0,247	aucune	1,18	NS	(21;16)
25	sur. ouv. 1[a]	0,009	éliminée			
26	dist. ouv. 2	0,363	aucune	1,12	NS	(22;18)
27	sur. ouv. 2[a]	0	éliminée			
28	dist. bord.	0,047	LOG_{10} (x + 1)	1,83	NS	(21;25)
29	haut. bord.	0,078	aucune	1,87	NS	(21;16)
30	long. bord.	0	éliminée			
31	pH du sol	0,095	aucune	1,94	NS	(21;16)
32	pente[a]	0	éliminée			
33	drainage[a]	0	éliminée			

Tableau 6 (suite)

Descripteur	Test de Kolmogorov-Smirnov ($P \leq 0,05$)	Transformation normalisatrice	Test de F max.		
			valeur calculée	P	D.L (num.;dén.)**
34 âge peup.	0,034	éliminée			
35 texture*	0,010	éliminée			
36 nb. sps 1	0,521	aucune	1,87	NS	(25;16)
37 nb. sps 2	0,285	aucune	1,14	NS	(25;16)
38 jrs éclos.	0,207	aucune	IC		
39 dist. couvée	0,139	aucune	IC		

(1) La transformation $\sqrt{x + 1}$ a permis d'obtenir l'égalité des variances et de préserver l'hypothèse de normalité.

(2) IDEM (1) avec $LOG_{10}(x + 1)$.

IC Insuffisance de cas.

NS Non significatif.

* Variables non traitées à l'aide de tests paramétriques.

** Num.: numérateur; Dén.: dénominateur.

Tableau 7

RESULTAT DE L'ANALYSE DE VARIANCE A UN FACTEUR
ET DU TEST DE COMPARAISONS MULTIPLES STUDENT-NEWMAN-KEULS
POUR LES TROIS DIFFERENTS GROUPES DE STATIONS ETUDIEES

	Descripteur	Analyse de variance à 1 facteur (ANOVA)	Test de comparaisons (S.N.K.)		
			C = 22	N = 26	E = 17
2	sol nu	F = 22,14; P < 0,0001	5,23[a] (1,66)	8,85[a] (3,07)	32,24[b] (5,29)
3	lit.	F = 0,83; NS			
4	ép. lit.	F = 1,14; NS			
6	rec. herb.	F = 9,07; P < 0,0005	56,14[a] (6,21)	58,27[a] (6,88)	16,18[b] (1,99)
7	haut. herb.	F = 6,33; P < 0,005	33,68[a] (5,46)	26,19[a] (4,05)	12,59[b] (1,30)
8	nb. arbus. cl. 1	F = 1,91; NS			
9	rec. arbus.	F = 15,70; P < 0,0001	43,18[a] (6,64)	42,73[a] (6,74)	89,41[b] (3,66)
10	nb. arbus. cl. 2	F = 13,11; P < 0,0001	239,63[a] (51,49)	197,09[a] (28,01)	515,69[b] (60,83)
11	nb. arbus. cl. 3	F = 11,79; P < 0,0001	117,11[a] (65,05)	76,38[a] (48,23)	179,40[b] (26,55)

Tableau 7 (suite)

	Descripteur	Analyse de variance à 1 facteur (ANOVA)	Test de comparaisons (S.N.K.)		
			C = 22	N = 26	E = 17
12	nb. arbus. cl. 4*	F = 10,39; P < 0,0001	358,24[a] (77,30)	273,46[a] (50,58)	694,56[b] (69,25)
13	nb. arbres cl. 1	F = 1,60; NS			
14	nb. arbres cl. 2	F = 0,27; NS			
16	nb. arbres tot.	F = 2,13; NS			
17	nb. sps 3	F = 2,71; NS			
18	sur. ter.	F = 2,23; NS			
19	couv. véget.	F = 1,89; NS			
20	haut. couv.	F = 0,49; NS			
21	dia. arbres	F = 3,77; P < 0,05	3,47[a] (0,46)	3,73[a] (0,40)	5,09[b] (0,34)
22	dist. pt eau	F = 9,83; P < 0,0002	13,57[a] (4,74)	3,90[b] (0,51)	11,01[a] (1,80)
23	dist. pariade	t = 1,37; NS			-
24	dist. ouv. 1	F = 15,79; P < 0,0001	23,55[a] (1,94)	13,90[b] (1,76)	7,85[c] (2,03)
26	dist. ouv. 2	F = 0,22; NS			
28	dist. bord.	F = 3,39; P < 0,05	18,77[a] (3,11)	11,12[b] (1,27)	17,91[ab] (2,59)

Tableau 7 (suite)

	Descripteur	Analyse de variance à 1 facteur (ANOVA)	Test de comparaisons (S.N.K.)		
			C = 22	N = 26	E = 17
29	haut. bord.	F = 5,62; P < 0,01	$8,29^{a}$ (0,63)	$6,53^{b}$ (0,46)	$9,25^{a}$ (0,72)
31	pH du sol	F = 7,03; P < 0,002	$5,97^{a}$ (0,21)	$5,91^{a}$ (0,17)	$6,87^{b}$ (0,17)
36	nb. sps 1*	F = 3,84; P < 0,05	$5,91^{a}$ (0,62)	$5,77^{a}$ (0,61)	$8,06^{b}$ (0,55)
37	nb. sps 2*	F = 4,87; P < 0,01	$8,00^{a}$ (0,63)	$9,30^{ab}$ (0,58)	$10,94^{b}$ (0,68)

Note: Les données correspondent à la moyenne du descripteur pour chaque catégorie de site observé; l'écart-type de la moyenne figure entre parenthèses. Les moyennes identifiées successivement par une même lettre ne sont pas significativement différentes.

*: Variables non représentées graphiquement, en raison de leur caractère peu informel.

NS: Non significatif.

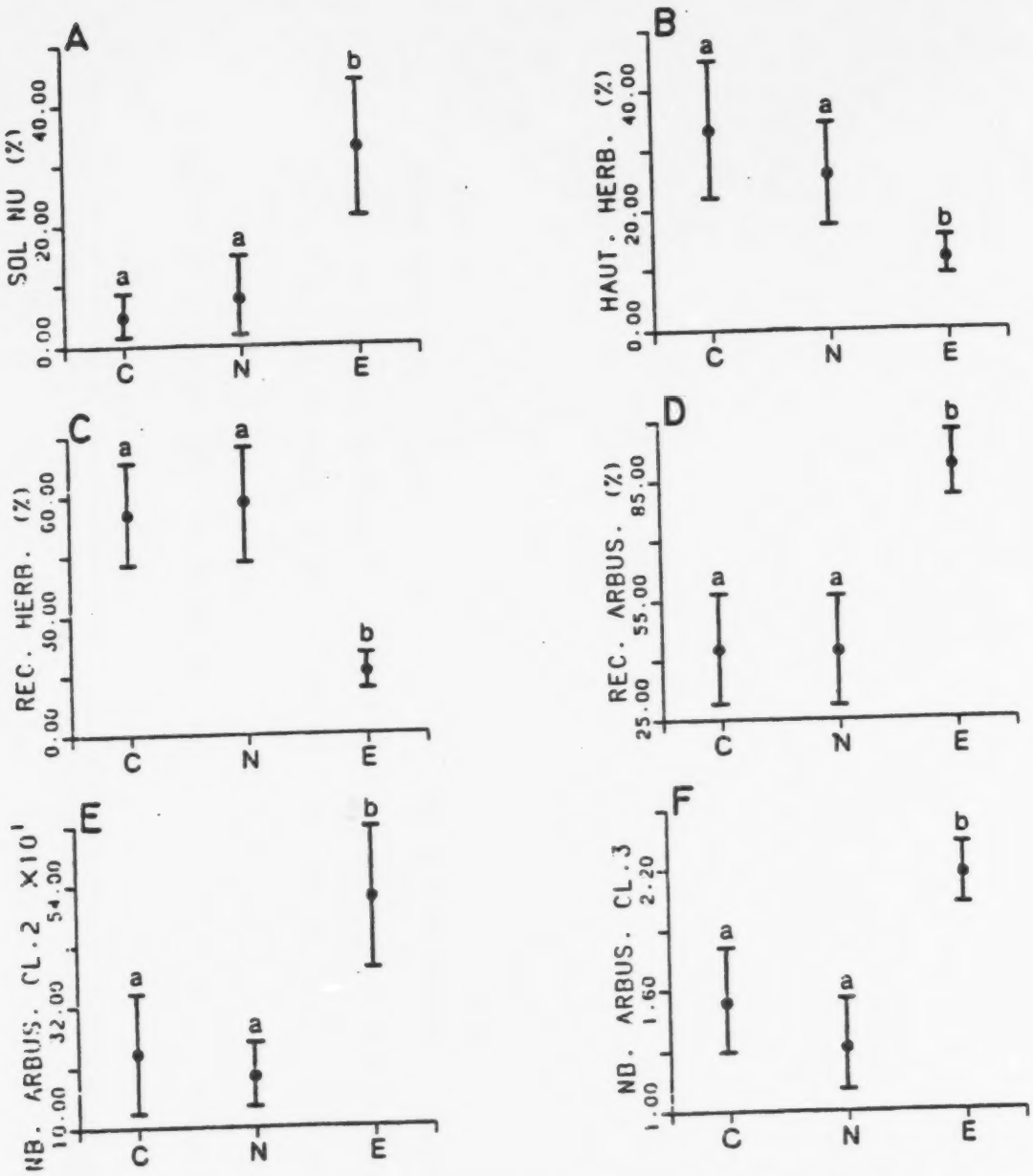


Fig. 2. Diagrammes de dispersion représentant la variation des diverses variables en fonction des trois catégories de sites étudiés. Les données sont les moyennes avec l'intervalle de confiance de la moyenne. Les moyennes soulignées par une même lettre ne sont pas significativement différentes comme il a été démontré par une ANOVA à un facteur, suivie d'un test de comparaisons multiples de Newman-Keuls.

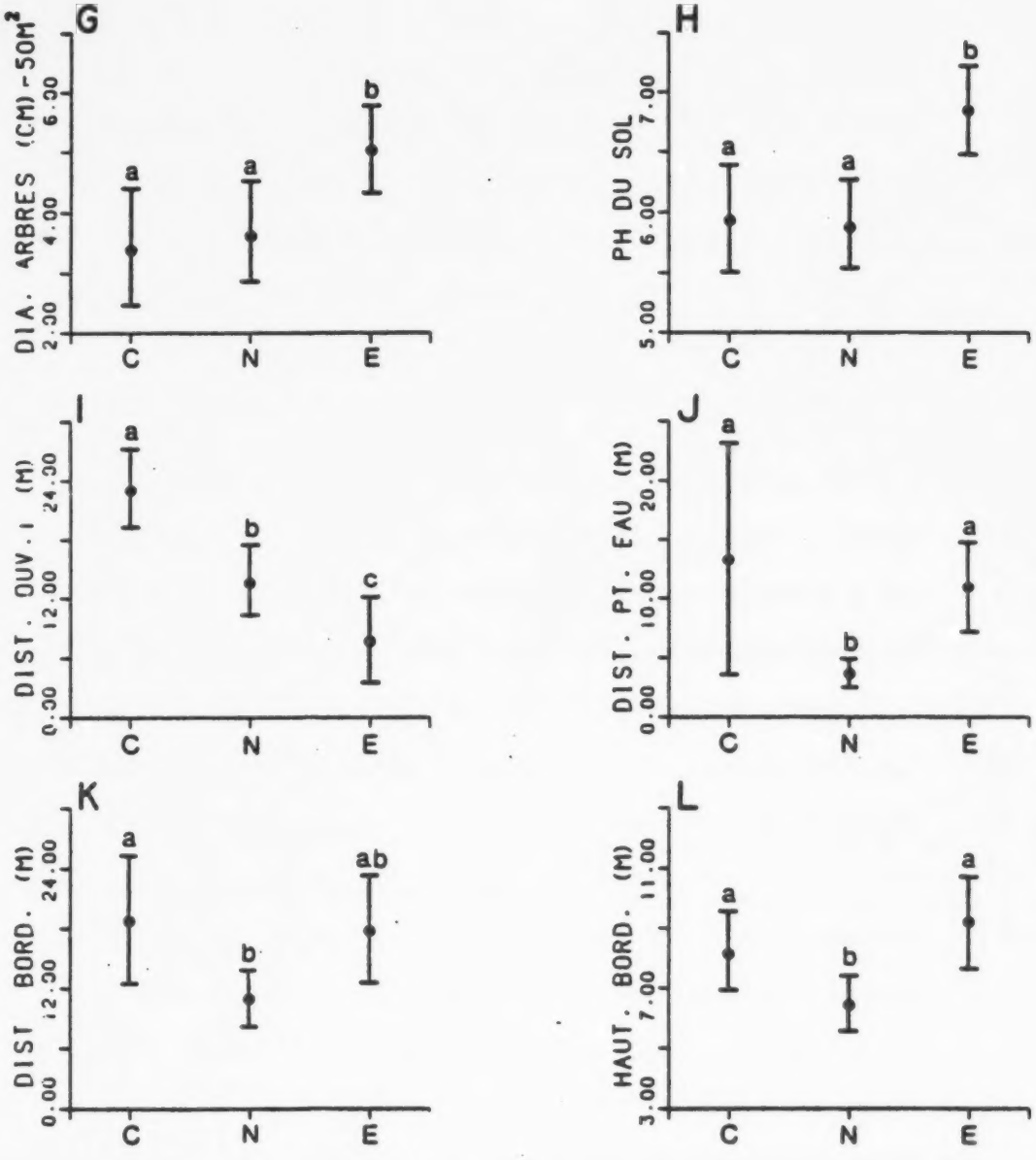


Fig. 2. (suite et fin) (même titre et même légende que page précédente).

tiples, afin de déterminer quelles moyennes différaient significativement les unes des autres. L'épreuve envisagée a été le Student-Newman-Keuls qui repose sur la distribution d'échantillonnage de l'étendue de Student. Les résultats du test de contraste a posteriori S.N.K. sont présentés au tableau 7, parallèlement à ceux de l'analyse de variance.

L'examen du tableau 7 et de la figure 2 (graphiques A à L) révèle que les variables relatives à la végétation sur les sites d'élevage affichent des moyennes supérieures à celles des sites de nidification et de contrôle. Seuls, le pourcentage de recouvrement herbacé (16,2%) et la hauteur des herbacées (12,6 cm) dans les sites d'élevage, dérogent à cette observation et montrent respectivement des moyennes inférieures à celles des terrains de nidification (58,3%; 26,2 cm) et des zones témoins (56,4%; 33,7 cm). Le pH du sol montre pour sa part une moyenne significativement différente et plus élevée dans les sites d'élevage (6,9) par rapport aux sites de nidification (5,9). Toutes les variables ci-dessus mentionnées rencontrent l'hypothèse d'égalité des moyennes en ce qui concerne les sites de nidification et de contrôle. Cependant, on note que les moyennes de ces deux derniers groupes s'écartent significativement de celles du groupe d'élevage.

Par ailleurs, il existe une différence significative entre la distance à un point d'eau dans les sites d'élevage (11,0 m)

et celle calculée dans les sites de nidification (3,9 m). Toutefois, les stations d'élevage et de contrôle (13,6 m) sont statistiquement identiques en regard de leur moyenne. La hauteur de la bordure suit le même patron précédent avec des moyennes pour les sites d'élevage, de nidification et de contrôle égales à 9,3, 6,5 et 8,3 mètres. La distance à la plus proche ouverture est une variable dont la valeur est moindre dans les sites d'élevage (7,9 m) comparativement à celle mesurée dans les sites de nidification (13,9 m) et de contrôle (23,6 m). Ces trois moyennes diffèrent statistiquement l'une de l'autre. On note cependant que la distance à une bordure n'apparaît pas significativement différente entre les sites d'élevage (17,9 m) et les sites de nidification (11,1 m).

Les moyennes des variables 3, 4, 8, 13, 14, 16 à 20, 23 et 26 ne sont pas statistiquement différentes pour un même niveau de traitement à $P = 0,05$.

B. Analyse en composantes principales

Nous avons effectué une analyse en composantes principales (ACP) à l'aide du logiciel SPSS qui normalise les vecteurs propres à l'unité. L'ACP nous a permis d'établir une partition des 65 stations échantillonnées (analyse en mode Q), à partir de 20 descripteurs métriques et semi-quantitatifs. Même si elle ne produit pas de groupement, l'ACP va nous fournir des renseignements utiles sur la structure de nos données, en nous indi-

quant les grandes tendances de variabilité de l'ensemble des variables.

La fraction de la variance totale expliquée par les trois premières composantes (20,5%; 15,4%; 10,4%) (tableau 8) était supérieure à celle que donnait un modèle aléatoire (17,9%; 12,9%; 10,4%) selon le test du bâton brisé sur les différentes valeurs propres, proposé par Frontier (1976). Nous avons retenu les trois premiers axes puisqu'ils représentent une dispersion possiblement explicable en termes écologiques. Les autres axes ne représentent qu'une répartition stochastique des stations et ne sont pas tenus à une interprétation.

1. Caractérisation des axes principaux

Les trois premiers axes principaux rendent compte de 46,4% de la variance totale (tableau 8). Le premier axe, qui explique 20,5% de l'inertie du système, est caractérisé par le pourcentage de recouvrement herbacé, la densité des grands arbustes (1,25 - 2,50 m), le pourcentage de recouvrement arbustif total et la densité des arbustes compris entre 0,30 et 1,25 mètres. Le deuxième axe (15,4% de la variance) est expliqué par la densité des arbres inférieurs à 7,6 cm DHP, la surface terrière, la hauteur moyenne du couvert, le nombre d'espèces d'arbres et la hauteur des herbacées. Enfin, le troisième axe (10,5% de la variance)

Tableau 8

POIDS DES 20 DESCRIPTEURS DANS LA FORMATION
DES TROIS PREMIERS AXES PRINCIPAUX
OBTENUS PAR L'ANALYSE DES COMPOSANTES PRINCIPALES

	Descripteurs	λ1 = 4,107 (20,5%)	λ2 = 3,077 (15,4%)	λ3 = 2,101 (10,4%)
		Axe 1	Axe 2	Axe 3
6	rec. herb.	(-0,180)	0,020	0,090
11	nb. arbus. cl. 3	(0,176)	-0,119	-0,093
9	rec. arbus.	(0,158)	-0,171	-0,145
10	nb. arbus. cl. 2	(0,133)	-0,088	-0,096
13	nb. arbres cl. 1	0,042	(0,211)	-0,163
18	sur. ter.	0,119	(0,196)	0,078
20	haut. couv.	0,077	(0,182)	0,081
17	nb. sps 3	0,087	(0,164)	-0,046
7	haut. herb.	-0,115	(0,128)	0,058
21	dia. arbres	0,100	0,086	(0,276)
31	pH du sol	0,106	-0,140	(0,252)
22	dist. pt eau	0,055	-0,022	(0,236)
2	sol nu	0,123	-0,092	(0,227)
14	nb. arbres cl. 2	0,077	0,202	(0,218)
3	lit.	0,129	0,095	-0,212
19	couv. végét.	0,129	0,137	-0,151
29	haut. bord.	0,073	-0,046	-0,079
8	nb. arbus. cl. 1	-0,032	0,061	-0,090
24	dist. ouv. 1	-0,096	0,020	-0,064
28	dist. bord.	0,032	0,062	0,065

Note: les chiffres entre parenthèses sont les descripteurs caractéristiques des axes 1, 2 ou 3.

est interprété essentiellement par le diamètre des arbres, le pH du sol, la distance du nid à un point d'eau, le pourcentage de sol nu et la densité des arbres compris entre 7,6 et 15,2 cm DHP.

Pour illustrer ces résultats, nous avons tracé la projection des 20 descripteurs dans l'espace réduit des deux premières composantes principales (figure 3). En comparant ces projections vectorielles au cercle de rayon équilibré $\sqrt{d/n} = 0,316$ (où d = nombre de dimensions de l'espace réduit considéré n = nombre de descripteurs; Legendre et Legendre, 1984), nous constatons que l'éventail de 17 des 20 variables contribue à la formation de ce plan davantage que selon l'hypothèse d'une distribution balancée des descripteurs.

Nous observons que les valeurs sur l'axe 1 s'accroissent en fonction inverse du descripteur 6 (% rec. herb.) et en fonction directe des descripteurs 11, 9 et 10 qui supposent une augmentation de la densité de végétation arbustive vers la droite du graphique. Ces quatre paramètres sont fortement liés entre eux ($r = 0,40^{***}$ à $0,74^{***}$), à l'exception de 6 et 10 qui, eux, ne sont pas significativement corrélés ($r = -0,19$; $P > 0,2$). Les descripteurs 13, 18, 20 et 17 contribuent positivement à la formation de l'axe 2 et représentent surtout un accroissement de la densité des arbres

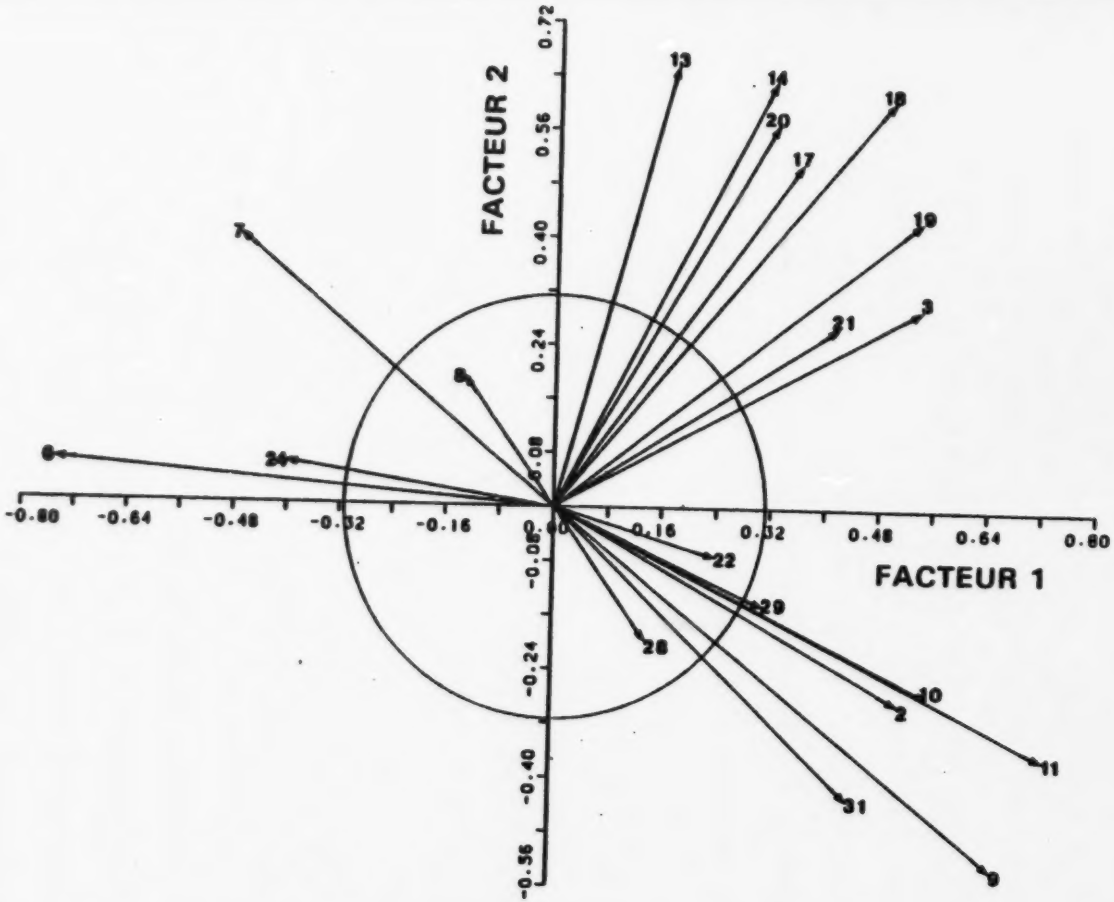


Fig. 3. Projection des 20 axes-descripteurs dans l'espace réduit des deux premières composantes principales extraites de la matrice de corrélation entre descripteurs. Le cercle de contribution équilibrée est indiqué à $\sqrt{2/20} = 0{,}316$.

< 7,6 cm DHP, de la surface terrière, de la hauteur moyenne du couvert et de la diversité des espèces arborescentes. Ces variables sont significativement corrélées entre elles (r = 0,31** à 0,52***) comme le montrent les angles entre les vecteurs. Afin d'éviter une surcharge de l'exposé, nous n'avons pas cru pertinent d'illustrer les axes 1-3 et 2-3. Rappelons que le diamètre des arbres, la distance à un point d'eau, le pourcentage de sol nu, le pH du sol et la densité des arbres de taille intermédiaire, qui avaient de faibles contributions au plan principal, sont les variables qui définissent significativement le troisième axe.

On remarque que les deux premiers axes factoriels sont passablement indépendants quant à leurs descripteurs explicatifs. Toutefois, cette indépendance n'est pas totale puisque si on leur fait subir une rotation perpendiculaire d'environ 45° dans le sens des aiguilles d'une montre, (VARIMAX) ceux-ci se situent alors au centre du faisceau de descripteurs expliquant chacun d'eux: 6-7-9-10-11 pour l'axe 1, 13-14-17-18-20 pour l'axe 2. Comme l'expliquent Legendre *et al* (1980), c'est donc dire que la direction de la plus grande variabilité que décrit l'axe 1 se compose principalement des descripteurs 6-7-9-10-11 et qu'elle dépend aussi en partie des variables 13-14-17-18 et 20 avec

lesquelles elle est partiellement en corrélation dans l'échantillon de toutes les stations étudiées.

2. Positionnement des stations et procédures de groupement

A partir des coordonnées de saturation calculées par le programme, nous avons ordonné les 65 stations dans le plan défini par les deux premières composantes principales (figure 4).

L'examen de cette figure montre que 16 des 17 sites d'élevage sont concentrés dans le quadrant inférieur droit du graphique. La position des sites d'élevage illustre le net isolement de ce groupe par rapport aux sites de nidification et de contrôle. L'axe 1 comme l'axe 2 opposent le groupe "élevage" à l'ensemble des sites de nidification et de contrôle. Seuls, un site de nidification (n° 5) associé à son témoin (n° 33) se situent dans l'aire de répartition des stations d'élevage. Le traçage d'une enveloppe contour met en évidence le complexe "élevage".

Par ailleurs, nous remarquons que la distribution des sites de nidification et de contrôle apparaît aléatoire dans l'ellipsoïde du nuage de points. Afin de vérifier l'existence possible de différents niveaux de similarité propres aux stations de nidification et de contrôle, nous avons effectué un premier type d'analyse de groupement des échantil-

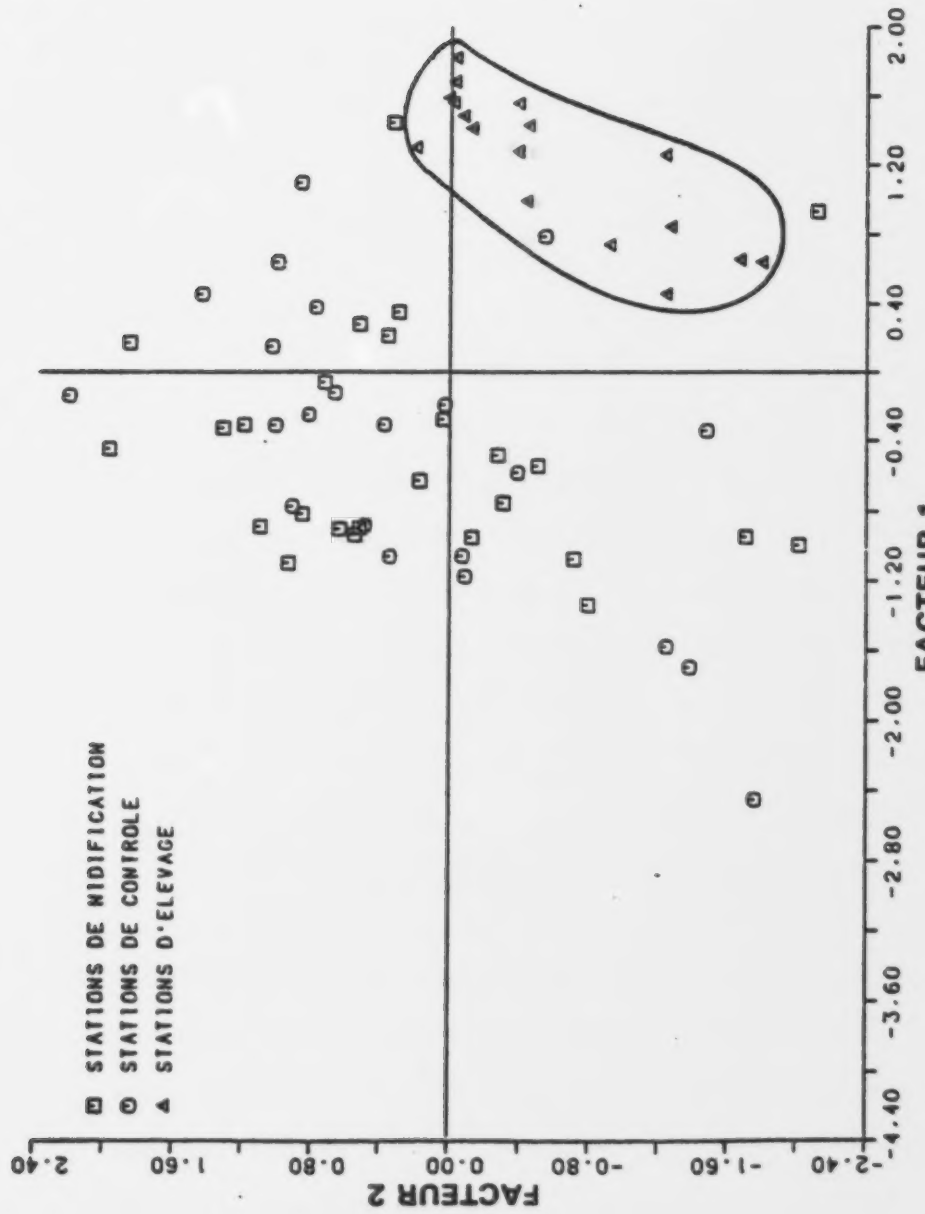


Fig. 4. Ordination des échantillons (station 1 à 67) des sites de nidification, de contrôle et d'élevage dans l'espace réduit des deux premières composantes principales.

lons (BMDP-KM). Nous avons utilisé les mêmes variables que celles employées dans l'ACP. La procédure KM force la formation d'un nombre désiré de groupes. Nous avons donc cherché à identifier et à partitionner la collection des 48 stations de nidification et de contrôle en deux sous-ensembles distincts. D'aucune façon, les résultats de cette analyse de groupement synoptique permettent de distinguer empiriquement deux associations indépendantes, l'une regroupant les sites de nidification et l'autre les sites de contrôle (annexe D).

Ces dernières constatations suggèrent d'ignorer les zones témoins, au profit d'une étude comparative des sites de nidification et d'élevage. Nous avons donc mené une seconde analyse de groupement agglomératif sur les 43 cas "nidification-élevage". Un modèle de classification hiérarchique à liens simples a été utilisé (BMDP-2M). Cette méthode combinatoire, complémentaire à l'ACP, possède un double avantage: d'abord, celui d'imposer une structure aux données même si celles-ci font partie d'un continuum; ensuite, celui de permettre la représentation des objets dans un plan graphique, ce qui élimine la contrainte métrique de l'espace de référence. Le calcul du groupement à liens simples permet d'agglomérer les objets aux groupes existants à mesure que s'abaisse le critère de similarité (augmentation du D^2). En nous appuyant sur les recommanda-

tions de Legendre et Legendre (1984), nous avons choisi la distance euclidienne au carré (D^2) comme mesure d'association. Ainsi, la plus petite D^2 est établie par le couple de points formant "l'haltère" de plus faible inertie.

L'examen du dendrogramme obtenu, montre clairement une séparation entre les groupes de nidification et d'élevage (fig. 5). Les deux groupes fusionnent lorsque la distance de leur centroïde respectif est égale à 4,275 unités. Huit stations, (N: 20-5-2-10-22; E: 63-52-56) constituent des cas faiblement appariés qui se rattachent au bloc "nidification-élevage". Ces stations ne peuvent être classifiées, l'ensemble de leurs distances ($D^2 \geq 4,369$) étant dirigées autant vers les sites de nidification ou d'élevage.

Nous avons voulu vérifier s'il existait des différences entre les couverts d'élevage, à mesure que progresse le déplacement quotidien de la couvée. Nous nous sommes interrogés à savoir si les milieux utilisés par la femelle et ses poussins peuvent différer entre le premier jour suivant l'éclosion et l'envol des jeunes (vers le 15e jour). Le squelette arborescent des sites d'élevage (fig. 5), nous permet de constater que des sous-groupes sont formés par classification dichotonique.

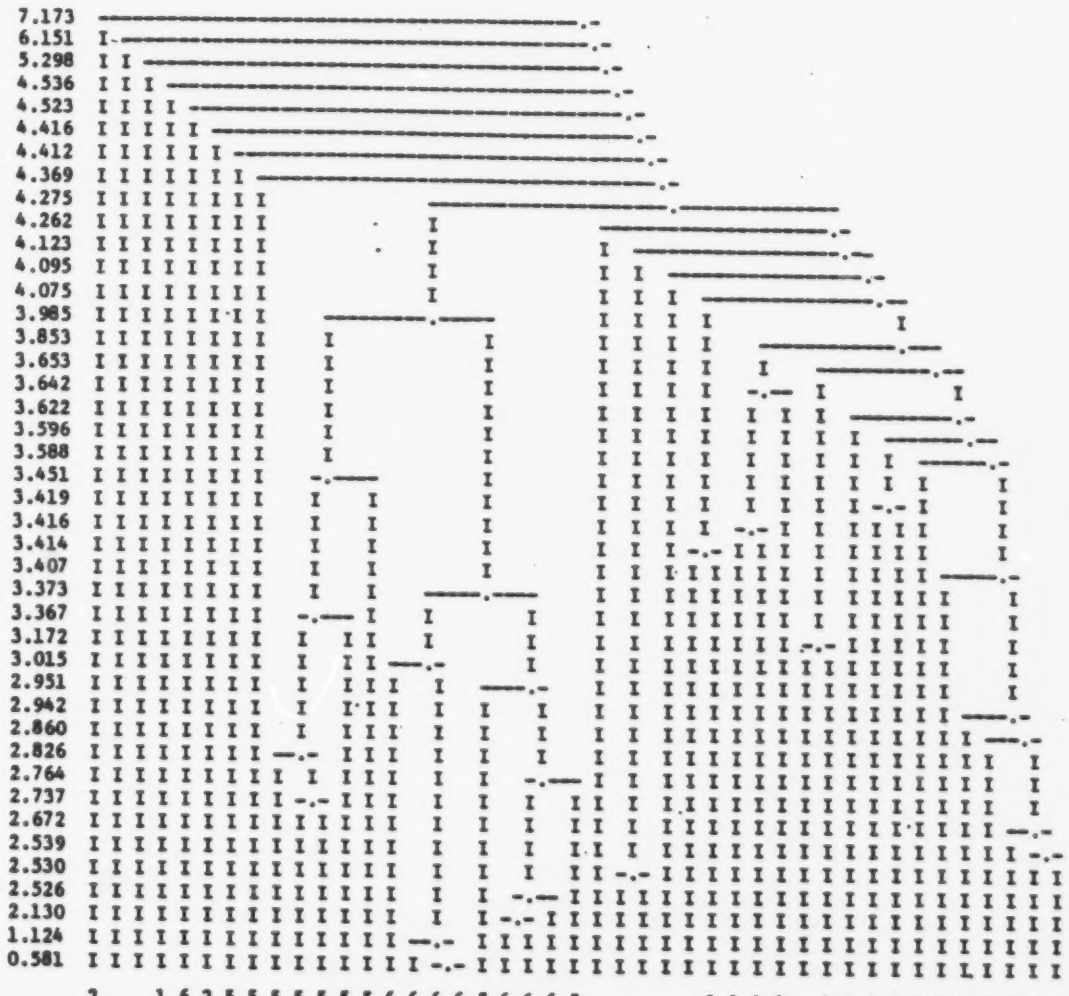


Fig. 5. Dendrogramme résultant d'une analyse de groupement hiérarchique à liens simples sur les sites de nidification et d'élevage. La mesure d'association (niveau de similarité) est la distance euclidienne au carré.

Nous avons cherché quels étaient les niveaux de groupement les plus informatifs par le calcul du coefficient d'efficacité tel que proposé par Williams *et al* (1966) in Legendre et Legendre (1984). Le coefficient d'efficacité, calculé à partir de la matrice cophénétique des distances, va nous permettre de décider des points de coupure à sélectionner dans le groupe "élevage" du dendrogramme. En effet, si l'on trace un graphique du coefficient d'efficacité ($1/\Delta D^2$) en fonction des fusions successives, les minima de ce graphique indiquent les partitions binaires les plus importantes de l'arborescence. Les résultats des calculs sont présentés au tableau 9.

La mesure du coefficient d'efficacité permet de délimiter statistiquement trois sous-groupes individuels incorporés au groupe "élevage" (fig. 6). L'examen de cette figure montre que dès leur éclosion, les couvées se déplacent et occupent après 24 heures un premier type de couvert propice à l'élevage. Le site d'élevage n° 52 n'est pas classé théoriquement dans le sous-groupe de 24 heures ($3,99 \geq D^2 > 2,53$), tel que déterminé par l'analyse de groupement. En effet, dans un groupement descriptif, comme celui que nous cherchons ici, il est préférable de laisser des objets non classifiés, plutôt que d'obnubiler la structure en forçant chaque objet à appartenir à un groupe (Williams *et al*, 1971). Un deuxième sous-groupe est mis en évidence entre 48 et 120

Tableau 9

RESULTATS DU CALCUL DES COEFFICIENTS D'EFFICACITE
ET SELECTION DES SOUS-GROUPES A L'INTERIEUR DE L'ENSEMBLE "ELEVAGE"

type de sites reliés	(distance euclidienne ^{2}) (D^2)	variation de la distance (ΔD^2)	coefficient d'efficacité ($1/\Delta D^2$)	niveau de fusion	choix ordonné des noeuds "minima"	identification des stations sous-groupées
E	0,581	0,581	1,721	1		
E E	1,524	0,943	1,060	2	1	65-66-67
E E	1,920	0,396	2,525	3		
E N	2,526	0,606	1,650	4	2	60-61-62
N N	2,530	0,004	250,000	5		
N E	2,539	0,009	111,111	6		
E E	2,672	0,133	7,519	7		
E E	2,737	0,065	15,385	8		
E N	2,764	0,027	37,037	9		
N N	2,826	0,062	16,129	10		
E E	2,860	0,034	29,412	11		
N E	2,942	0,082	12,195	12		
E N	2,951	0,009	111,111	13		
E E	3,015	0,064	15,625	14		
N N	3,072	0,057	17,544	15		
E E	3,367	0,295	3,389	16	3	51-53-54-55
E N	3,373	0,006	166,666	17		
N N	3,407	0,034	29,441	18		
N N	3,414	0,007	142,857	19		
N N	3,416	0,002	500,000	20		
N E	3,419	0,003	333,333	21		
E N	3,451	0,032	31,250	22		
N	3,588	0,137	7,299	23		

Tableau 9 (suite)

type de sites reliés	(distance euclidienne ^{2}) (D^2)	variation de la distance (ΔD^2)	coefficient d'efficacité ($1/\Delta D^2$)	niveau de fusion	choix ordonné des noeuds "minima"	identification des stations sous-groupées
N	3,596	0,008	125,000	24		
N	3,622	0,026	38,461	25		
N	3,642	0,020	50,000	26		
N	3,653	0,011	90,909	27		
N	3,853	0,200	5,000	28		
E	3,985	0,132	7,575	29	4	*
N	4,075	0,090	11,111	30		
N	4,095	0,020	50,000	31		
N	4,123	0,028	35,714	32		
N	4,262	0,139	7,194	33		
N-E	4,275	0,013	79,923	34		
N-E	4,369	0,094	10,638	35		
N-E	4,412	0,043	23,255	36		
N-E	4,416	0,004	250,000	37		
N-E	4,523	0,107	9,345	38		
N-E	4,536	0,013	76,923	39		
N-E	5,298	0,762	1,312	40		
N-E	6,151	0,853	1,172	41		
N-E	7,173	1,022	0,978	42		

* Le 29e noeud relie 14 des 17 stations d'élevage et constitue à cet effet, le 4e sous-groupe statistiquement identifié.

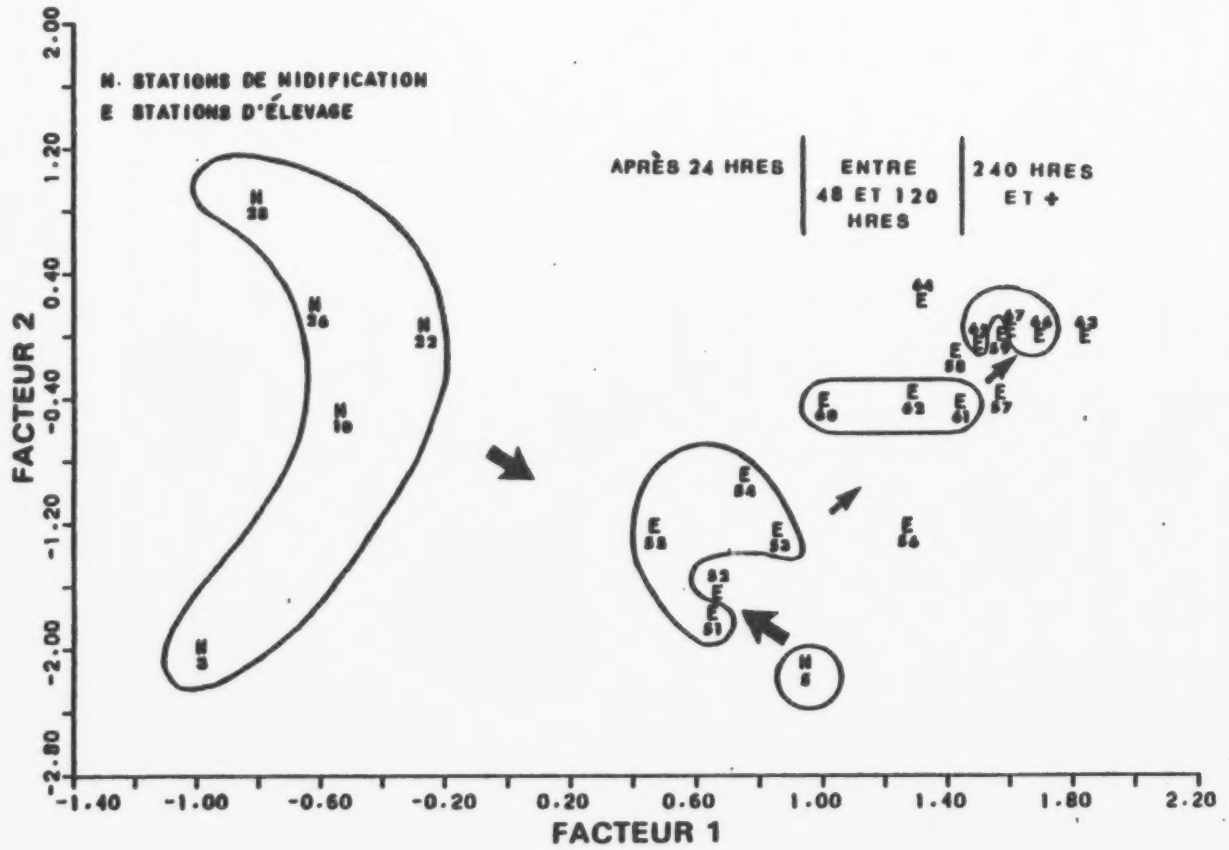


Fig. 6. Superposition des trois sous-groupes d'élevage, obtenus par les groupements à liens simples, dans l'espace réduit des composantes principales (axe 1 et 2). Les flèches larges représentent le passage de la couvée du site de nidification vers le site d'élevage (après 24 hres). Les flèches étroites représentent le déplacement spatio-temporel des mêmes couvées vers d'autres sites d'élevage.

heures après la naissance des jeunes ($3,37 \geqslant D^2 > 1,52$). Les points situés à l'extérieur de la gaine probabiliste de ce sous-groupe ne montrent pas d'appartenance significative à celui-ci. Au dixième jour et suivants, un dernier sous-groupe ($2,53 \geqslant D^2 > 0,58$) est identifié. Il comprend les sites 65-66 et 67.

Il importe de mentionner que même si le groupement à liens simples rend compte de façon précise des relations entre paires d'objets, il reste que sa propension à l'enchaînement (stations 58-65-59-67-66) en fait un modèle de classification qui doit être utilisé avec prudence en écologie (Legendre et Legendre, 1984). Volle (1980) soutient aussi que la stratégie "liens simples" permet de bien reconstituer les classes filiformes mais que ces dernières peuvent contenir des éléments très éloignés les uns des autres, ce qui peut être considéré comme un défaut majeur. Dans notre étude, l'ensemble E (élevage) comporte effectivement une sorte de "toile de fond" composée de points répandus dans tout le nuage et situés à faible distance les uns des autres. L'effet de chaîne qui caractérise cette distance, risque alors d'agréger des parties de E très éloignées les unes des autres, lorsque la procédure de groupement selon la variance contracte l'espace des objets. L'analyse informationnelle, par le biais du coefficient d'efficacité, permet d'éviter cette tendance

insidieuse (Williams *et al*, 1966) in Legendre et Legendre (1984).

A partir des paramètres qui ont été utilisés dans la méthode taxinomique, nous avons effectué une analyse de variance unifactorielle dans le but de comparer la moyenne des variables de chacun des sous-groupes émanant de l'ensemble "élevage". Seules les variables provenant d'une distribution normale ont été retenues. De même, la condition d'équivariance a été respectée sur la base du test de Bartlett. Le test de comparaisons multiples de Duncan a été appliqué. Selon Scherrer (1984), ce test est moins sensible aux faibles écarts entre les moyennes, mais il convient mieux aux petits échantillons.

Nos résultats (tableau 10) montrent qu'il existe une différence significative entre les pourcentages de couverture végétale ($F=156,9$; $P=0,0000$) et de litière ($F=36,0$; $P=0,0002$) pour les trois sous-groupes en présence. Ces pourcentages varient directement avec l'augmentation de la classe d'âge des couvées. Le pourcentage de sol nu présente aussi une différence significative ($F=23,2$; $P=0,0008$) mais varie en fonction inverse du stade de développement des bécasses. A mesure que progresse la migration des couvées, on constate également que les densités d'arbustes et d'arbres de catégorie intermédiaire (classe 2) s'accroissent signifi-

Tableau 10

COMPARAISON DES ECHANTILLONS DE QUELQUES-UNES DES VARIABLES MESUREES AU POINT DE LOCALISATION DES COUVEES DE DIFFERENTES CLASSES D'AGE

Variables	Age de la couvée			Test de comparaisons
	1 jour(N=4)	2-5 jours(N=3)	10-12 jours(N=3)	
2 sol nu (%)	$57,5^{a}$ (10,4)	$15,0^{b}$ (10,0)	$13,3^{b}$ (2,9)	F=23,24; P=0,0008
3 lit. (%)	$27,5^{a}$ (10,4)	$53,3^{b}$ (2,9)	$73,3^{c}$ (2,9)	F=35,96; P=0,0002
10 Nb. arbus.cl.2	$320,6^{a}$ (128,3)	$581,6^{ab}$ (231,2)	$909,8^{b}$ (36,6)	F=10,92; P=0,0007
11 Nb. arbus.cl.3	$98,5^{a}$ (52,2)	$302,5^{a}$ (175,9)	$118,3^{a}$ (64,6)	F= 3,62; NS
14 Nb. arbres cl.2	$0,4^{a}$ (0,4)	$1,5^{b}$ (0,4)	$1,8^{b}$ (0,4)	F=11,54; P=0,0061
19 couv.véget.(%)	$37,5^{a}$ (4,5)	$92,0^{b}$ (6,9)	$94,0^{b}$ (2,0)	F=156,94; P=0,0000
21 dia. arbres(cm)	$4,3^{a}$ (1,0)	$5,5^{a}$ (0,7)	$4,0^{a}$ (0,1)	F= 3,76; NS

Note: Les données sont les moyennes des échantillons avec leur écart-type entre parenthèses. Les moyennes qui se suivent par une même lettre ne sont pas significativement différentes, comme il a été démontré par l'analyse de variance suivie du test de comparaisons multiples de Duncan. NS: non significatif.

cativement ($P < 0,0001$) dans les milieux occupés par les bécasses.

C. Analyse discriminante

L'analyse discriminante (AD) ne remet pas en question l'existence des groupes de départ qui ont été dégagés de nos données par l'ACP. Nous avons utilisé l'AD afin de déterminer quelles variables, parmi celles dont on dispose, permettent de retrouver l'appartenance aux groupes "contrôle", "nidification" et "élevage".

Selon Laforge (1984), la fiabilité de la discrimination est meilleure si l'on considère un petit nombre de variables. Dans un premier temps, les variables hautement corrélées avec les composantes principales (axes 1, 2 et 3) ont été sélectionnées. Nous avons ensuite mené une analyse des corrélations partielles (fig. 7) entre les descripteurs retenus, ce qui a permis d'éliminer d'autres variables significativement corrélées entre elles. Le coût de la variable (précision, facilité ou rapidité de la mesure) justifie l'abandon de la plus onéreuse. Enfin, en nous appuyant sur la normalité, sur l'égalité des variances et sur les différences significatives des moyennes, nous avons arrêté un choix final de variables à être introduites dans l'analyse discriminante.

Deux dangers guettent l'utilisateur des méthodes de discrimination: l'un consiste à mal évaluer le pouvoir discriminant

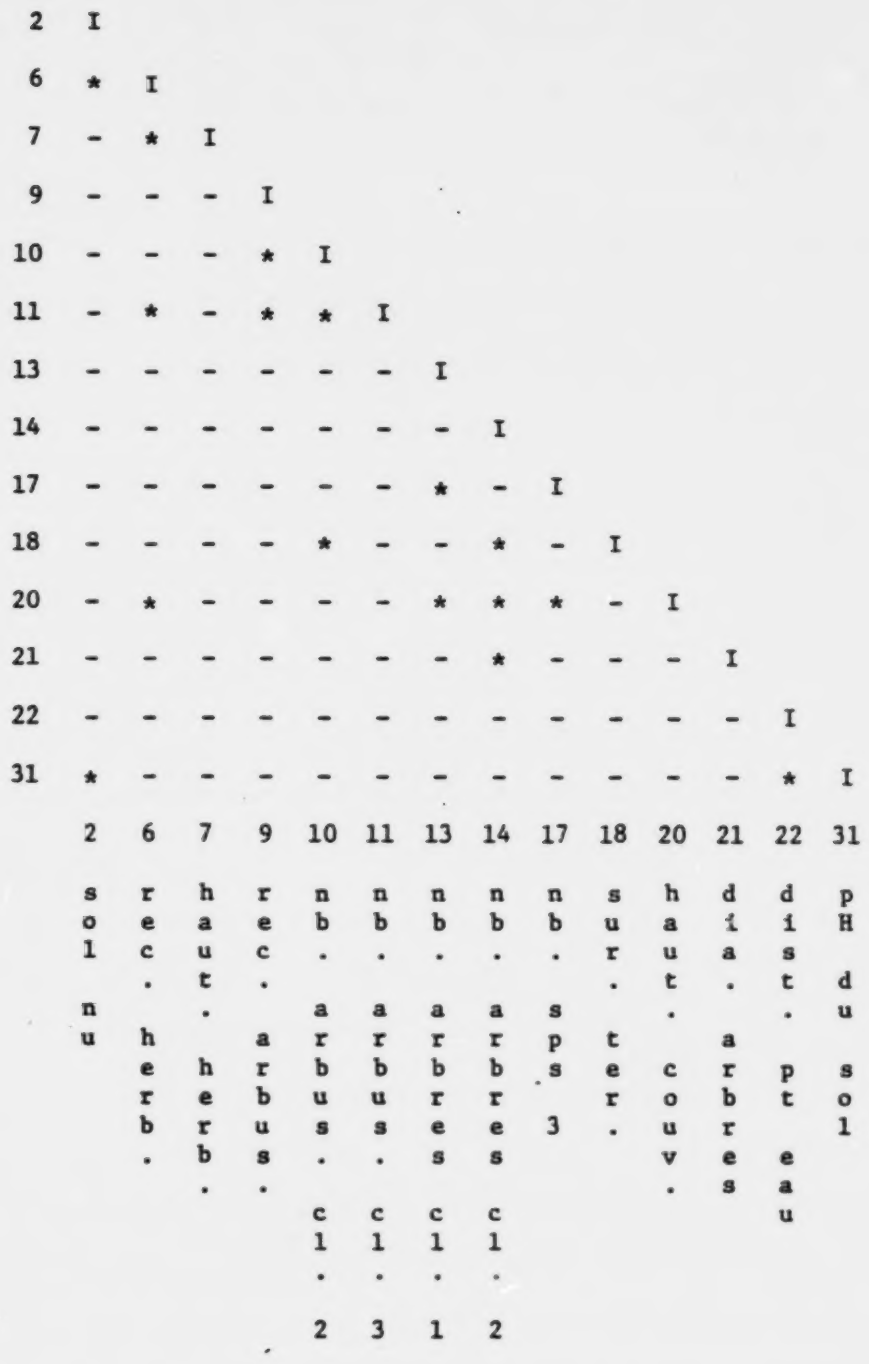


Fig. 7. Matrice résultante des corrélations partielles entre 14 descripteurs sélectionnés à partir des composantes principales (facteurs 1, 2 et 3). Le symbole * indique une corrélation significative ($P \leq 0,05$).

des critères obtenus et l'autre, à retenir dans l'analyse des variables qui n'apportent plus d'information supplémentaire au modèle envisagé. La décroissance successive des pourcentages d'échantillons mal classés et l'analyse du Λ de Wilks ont permis d'éviter ces pièges. Romeder (1973) suggère de retenir au $x^{ième}$ pas, l'ensemble des variables qui minimise:

$$\Lambda x = \frac{|Wx|}{|Tx|}$$

où Wx et Tx désignent respectivement la variabilité intra-groupe et la matrice de covariance totale.

Parmi les multiples discriminantes que nous avons menées, trois d'entre elles retiennent notre attention sur la base de leur pertinence écologique et de leur validité statistique. Cette dernière condition motive notre décision à ne conserver que le dernier des trois essais proposés.

Le tableau 11 montre que le pourcentage de sol nu, la densité des arbustes compris entre 0,30 et 1,25 m, la distance à l'ouverture la plus proche, la hauteur de la bordure et des herbacées, la densité des arbres inférieurs à 7,6 cm DHP et la surface terrière permettent d'atteindre à l'essai 1, une puissance discriminante significative de 81,5% ($P < 0,0001$). Comme le lambda de Wilks des variables 13 et 18 ne présente pas une pro-

Tableau 11

RESULTATS DES 3 MEILLEURS ESSAIS D'ANALYSES DISCRIMINANTES
REALISEES SUR LE GROUPE CONTROLE,
LES HABITATS DE NIDIFICATION ET D'ELEVAGE

Numéro de l'essai	Variables	Λ de Wilks	P	% de discriminance	P
1	2	0,5834	0,0000	81,5	0,0000
	10	0,6637	0,0000		
	24	0,6626	0,0000		
	29	0,8465	0,0057		
	7	0,8329	0,0035		
	13	0,9510	0,2104*		
	18	0,9616	0,2972*		
2	2	0,5834	0,0000	80,0	0,0000
	10	0,6637	0,0000		
	24	0,6626	0,0000		
	29	0,8465	0,0057		
	7	0,8329	0,0035		
3	2	0,5834	0,0000	86,2	0,0000
	10	0,6637	0,0000		
	24	0,6626	0,0000		
	29	0,8465	0,0057		
	22	0,7593	0,0002		
	7	0,8329	0,0035		

* probabilité non significative

babilité significative (niveau de tolérance insuffisant), nous avons retranché celles-ci de l'analyse. L'essai 2 montre alors un pouvoir discriminant presqu'identique à celui de l'essai 1 et au même seuil de probabilité (80,0%; $P < 0,0001$). On remarque que l'ordre d'entrée des variables demeure également le même qu'à l'étape précédente. L'essai 3 voit l'adjonction de la variable 22 (distance à un point d'eau) améliorer de façon significative ($P < 0,0001$) la capacité discriminante qui croît de 80,0% à 86,2%. Ce troisième essai constitue le modèle final retenu, modèle qui servira de pierre angulaire à la discussion du chapitre 5.

L'analyse des fonctions discriminantes du modèle adopté, indique que six variables contribuent significativement à la séparation des trois types de sites étudiés (tableau 12). La fonction 1, qui explique la direction de plus grande variabilité inter-groupe (78,8%), reçoit les apports des descripteurs suivants, en ordre décroissant: le pourcentage de sol nu, le nombre d'arbustes compris entre 0,30 et 1,25 m, ainsi que la hauteur des herbacées. Le premier axe canonique contribue surtout à séparer le groupe "élevage" des deux autres groupes, soient "contrôle" et "nidification" (fig. 8). La fonction 2 (21,2% de la variance) est surtout influencée par la distance à un point d'eau et celle à la plus proche ouverture, ainsi que par la hauteur de la bordure. Ce deuxième axe oppose le groupe

Tableau 12

SOMMAIRE DE L'ANALYSE DSICRIMINANTE COMPARANT
LE GROUPE CONTROLE, LES HABITATS DE NIDIFICATION ET D'ELEVAGE

	Fonctions discriminantes #1	#2
valeur propre	2,51977	0,67846
% de variance	78,79	21,21
statistique du chi-carré	105,69	30,81
niveau de signification	0,0	0,0
degrés de liberté	12	5

Variables	Coefficients standardisés des fonctions discriminantes #1	#2
sol nu	0,53201*	-0,03817
nb. arbus. cl. 2	0,43872*	0,17864
haut. herb.	-0,26837*	0,16807
dist. pt eau	0,14986	0,61960*
dist. ouv. 1	-0,36869	0,49576*
haut. bord.	0,17651	0,38944*

Matrice de classification

		appartenance au groupe prédit (%)		
Groupe actuel	n	C	N	E
C	22	77,3	18,2	4,5
N	26	7,7	84,6	7,7
E	17	0,0	0,0	100,0

* Valeurs des variables les plus discriminantes pour chaque fonction.

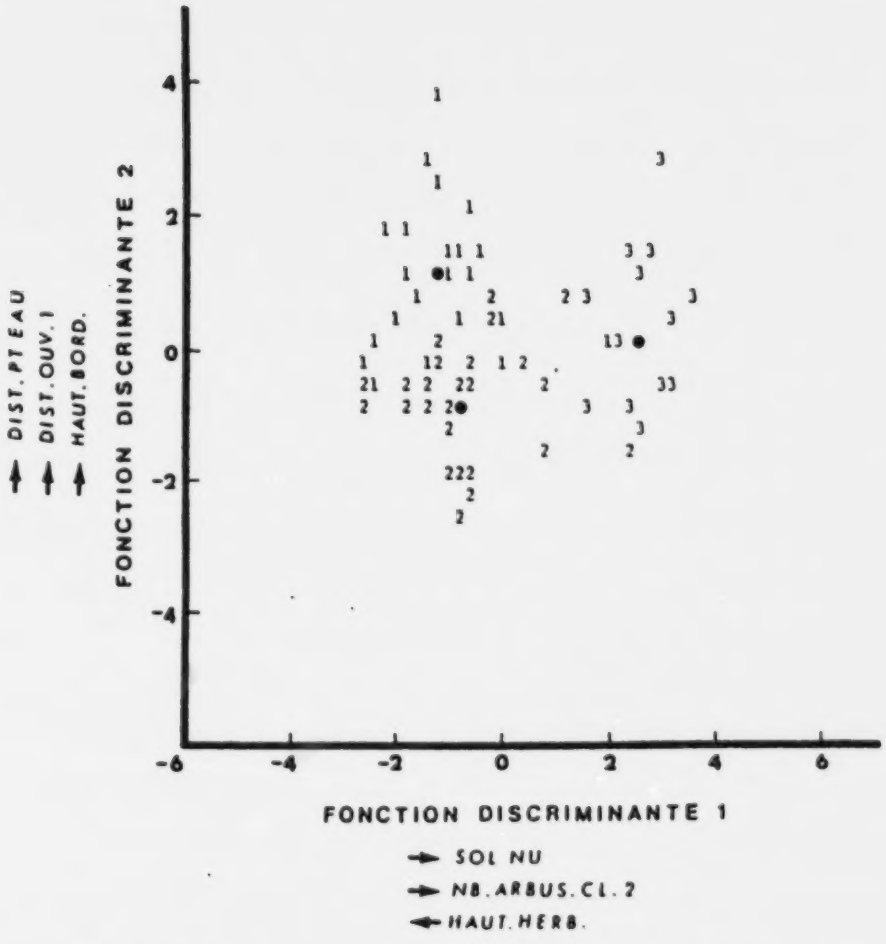


Fig. 8. Représentation graphique des trois groupes de sites dans l'espace discriminant. 1 = contrôle; 2 = nidification; 3 = élevage. Les points désignent la localisation des centroïdes de chacun des groupes. Les flèches indiquent la direction de la variation pour les descripteurs et le concours de ces derniers aux deux premiers axes.

"contrôle" à celui de "nidification" (fig. 8). La tendance générale exprimée par les signes (+ ou -) des coefficients des fonctions discriminantes dénote une relation inverse entre le couvert de végétation au sol et la densité arbustive. La probabilité du rapport de Wilks ($P < 0,0001$) permet d'affirmer que les trois groupes présentent des différences significatives quant à la position de leur controïde.

Dans le but de vérifier jusqu'à quel point l'AD permet de classer avec succès les groupes en présence, nous avons procédé à un test de séparabilité inter-groupes tel que prescrit par Benzecri (1973).

Pour ce faire, nous avons généré 176 tirages individuels des 65 stations d'échantillonnage. L'ordinateur attribuait aléatoirement les stations à chacun des trois groupes et selon les mêmes proportions que celles initiales, soient C = 22, N = 26 et E = 17. L'analyse discriminante a ensuite été menée sur les groupes nouvellement créés.

Contrairement à ce que nous aurions été en droit d'attendre, l'affectation de chacun des 65 points, indépendamment et équiprobablement soit à l'un ou l'autre des trois groupes considérés, affiche un taux de classement toujours supérieur à 33% (fig. 9). De par ces constatations, il apparaît inéluctable de croire que notre modèle (86,2% de bonne classification) ne peut résider au

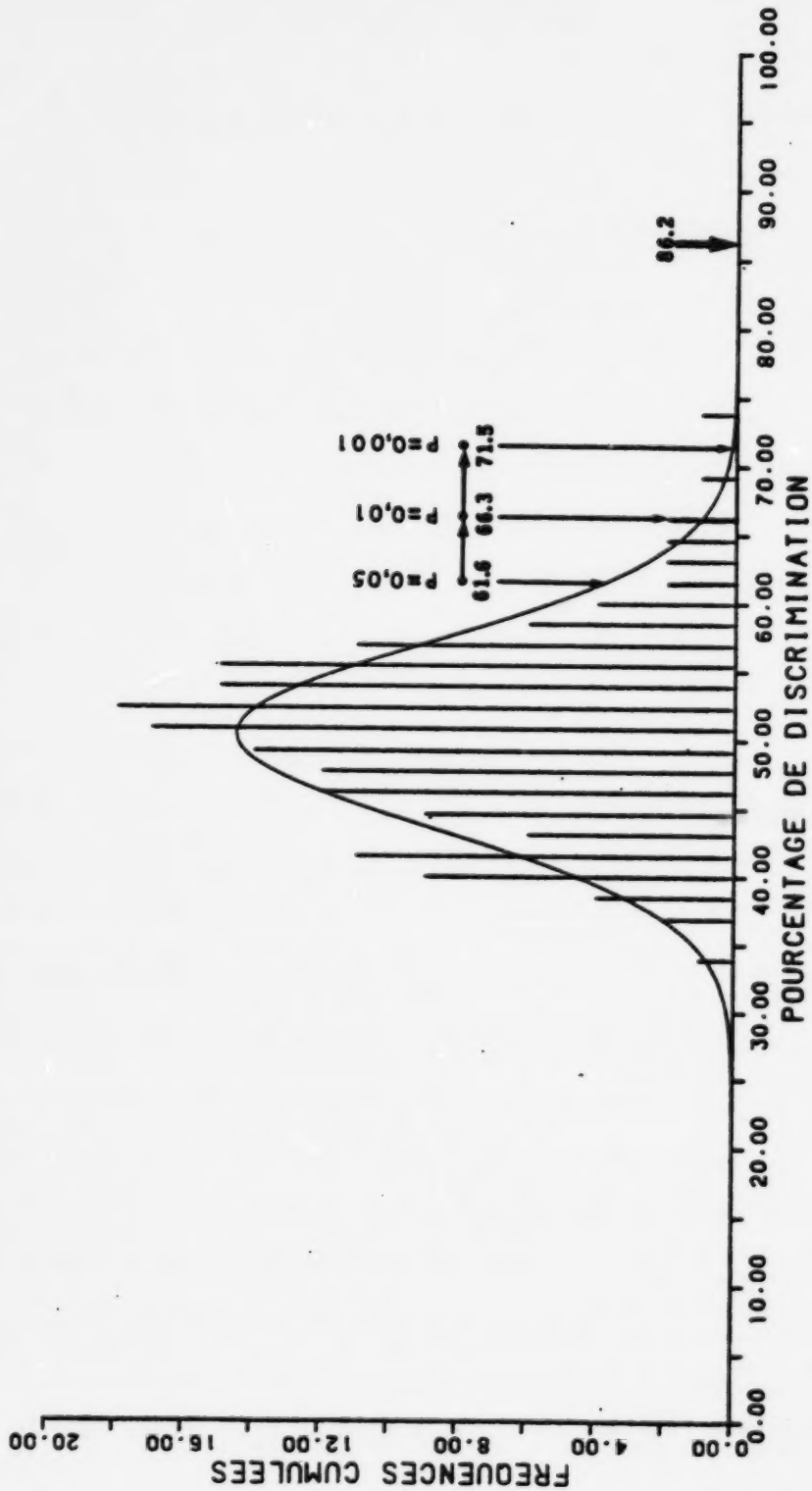


Fig. 9. Représentation graphique des fréquences cumulées en fonction des classes de pourcentage de discrimination. Les bâtonnets sont les fréquences observées ($\eta = 176$, $\mu = 50{,}39$, $\sigma = 6{,}83$). Les fréquences attendues supposent que les données suivent une distribution normale.

fait du hasard. Il existe dans l'espace multidimensionnel (R^{65}), un hyperplan qui sépare affinement les sites de contrôle, de nidification et d'élevage.

L'hypothèse nulle, voulant que le pourcentage de discrimination observé (86,2%) soit plus petit ou égal au pourcentage de discrimination moyen obtenu à partir des 176 attributions aléatoires, est rejetée aux seuils de probabilité $\alpha = 0,05$, 0,01 et 0,001. Pour chacun de ces niveaux de probabilité (test unilatéral), les valeurs de "x" proviennent du calcul de la variable normale réduite Z ($\mu = 0$, $\sigma = 1$).

D. Analyses non paramétriques.

Nous avons eu recours à des tests non paramétriques pour traiter les échantillons qui n'étaient pas distribués normalement et pour certaines données qualitatives ou semi-quantitatives. Nous avons d'abord appliqué une statistique de rang sur la variable "texture du sol".

1. Analyse granulométrique

L'étude granulométrique des échantillons de sol a permis de recueillir des données, lesquelles ont été traitées à l'aide d'un programme informatisé. Un exemple de compilation des résultats (station 14-N) et la mise en évidence de ceux-ci

sur une courbe graphique sont présentés aux annexes E et F. L'ensemble des résultats obtenus a rendu possible la caractérisation de la texture pédologique des sites de contrôle, de nidification et d'élevage (annexe G). A partir des dix catégories de sol identifiées, deux classes distinctes ont été formées (tableau 13). La première classe regroupe des types de sol qui suivent un gradient s'orientant vers un substrat de sable. Une seconde classe, opposée à la première, est constituée des types de sol qui s'apparentent progressivement aux milieux argileux.

Comme ces données, recensées sur une échelle de variation nominale, ont été classées dans des catégories (qualitatives) collectivement exhaustives et mutuellement exclusives, nous croyons approprié d'exposer nos résultats au moyen d'un tableau de contingence (tableau 14). Nous constatons que l'utilisation par la bécasse de divers types de sol est significativement différente ($\chi^2 = 8,59$, 2DL, $P \leq 0,05$) entre les sites de nidification (ou de contrôle) et d'élevage. L'hypothèse nulle n'étant pas supportée, les divergences observées entre ces trois milieux ne peuvent être raisonnablement imputées aux fluctuations d'échantillonnage. Ceci indique que le type de sol pourrait être un facteur déterminant dans la sélection de l'habitat par la bécasse.

Tableau 13

ETABLISSEMENT DES CLASSES DE SOL A PARTIR DES 10 CATEGORIES RENCONTREES DANS LES SITES DE CONTROLE (C), DE NIDIFICATION (N) ET D'ELEVAGE (E)

classes de sol	catégories de sol	stations échantillonnées C	N	E	Total
SABLE ↓	sable	1	1	0	2
	sable loameux	0	1	0	1
	loam sableux	6	7	4	17
	loam sablo-argileux	0	0	8	8
	loam	0	0	2	2
	sous-total	7	9	14	30
↑	loam limoneux	1	1	0	2
	loam limono-argileux	4	6	0	10
	loam argileux	1	1	1	3
	argile limoneuse	3	3	2	8
ARGILE	argile	2	2	0	4
	sous-total	11	13	3	27
	TOTAL	18	22	17	57

Tableau 14

FREQUENCES EXPERIMENTALES ET THEORIQUES DES DEUX CLASSES DE SOL DETERMINEES POUR LES SITES DE CONTROLE (C), DE NIDIFICATION (N) ET D'ELEVAGE (E)

Stations	Classes de sols		Total
	sable	argile	
C	7 (9,47)	11 (8,53)	18
N	9 (11,58)	13 (10,42)	22
E	14 (8,95)	3 (8,05)	17
Total	30	27	57

Note: les fréquences attendues sont indiquées entre parenthèses.

2. Etude de la pente, du drainage et des surfaces d'ouverture

Le tableau 15 définit les classes respectives pour la pente, le drainage et les surfaces d'ouverture. Le test "U" de Mann et Whitney révèle que la pente des sites de nidification ne présente pas de différence significative par rapport à celle mesurée dans les sites d'élevage ($U = 174,0$, $P \geq 0,05$). Le même test décèle cependant une différence significative entre le drainage observé aux stations de nidification (2,7 : classe 3) et celui évalué aux stations d'élevage (2,1 : classe 2) ($U = 114,5$, $P \leq 0,05$).

Les valeurs obtenues pour les surfaces des classes d'ouvertures de chacun des milieux étudiés sont présentées à l'annexe H. Afin de vérifier si les dimensions de ces ouvertures (1 et 2), pour les trois types de sites, inscrivent des moyennes statistiquement différentes, nous avons appliqué le test "H" de Kruskal-Wallis. Dans le cas des deux variables, nous ne pouvons conclure à l'égalité des moyennes au seuil de signification 0,05 (sur. ouv. 1 : $P = 0,008$; sur. ouv. 2 : $P = 0,003$).

Dans le but de déterminer quels groupes d'échantillons se révélaient significativement différents et causaient l'hétérogénéité, nous avons effectué un test de comparaisons multiples. Pour ce faire, il devient nécessaire de remplacer les moyennes par la somme des rangs. Comme les effectifs des trois échantillons sont inégaux, Noether (1976) in Scherrer (1984) propose

Tableau 15

DEFINITION DES CLASSES RESPECTIVES POUR LA PENTE, LE DRAINAGE ET LES SURFACES D'OUVERTURE

PENTE

	Macro-pente	Micro-pente
Classe 1	pas de pente	dessus de la bosse
Classe 2	légère pente	légère bosse
Classe 3	pente prononcée	mi-chemin entre le creux et la bosse
Classe 4	bas de la pente	le creux

DRAINAGE

Classe 1	mauvais	eau en excédent qui séjourne une très grande partie de l'année en surface du sol
Classe 2	imparfait	eau en excédent durant d'assez longues périodes de l'année
Classe 3	modéré	humidité du sol qui dépasse la capacité d'absorption de l'habitat durant une courte partie de l'année
Classe 4	rapide	humidité du sol qui dépasse rarement la capacité de l'habitat sauf tout de suite après des apports d'eau importants

SURFACES D'OUVERTURE (Types 1 et 2 combinés)

		N		E	
Classe 1	$\leq$ 2000 m^2	utilisation rare ou occasionnelle	(2,0%)	utilisation rare ou occasionnelle	(8,8%)
Classe 2	2001 - 4000 m^2	utilisation rare ou occasionnelle	(16,3%)	utilisation fréquente	(58,9%)
Classe 3	4001 - 6000 m^2	utilisation moyenne	(32,6%)	utilisation moyenne	(26,5%)
Classe 4	6001 - 8000 m^2	utilisation rare ou occasionnelle	(10,2%)	utilisation rare ou occasionnelle	(2,9%)
Classe 5	$\geq$ 8000 m^2	utilisation moyenne	(38,9%)	utilisation rare ou occasionnelle	(2,9%)

l'utilisation d'un test tenant compte de α_e ("experimentwise error rate")* qui nous assure que la probabilité qu'au moins une erreur de décision du type 1 se soit glissée dans le traitement ne dépasse pas α quand l'hypothèse nulle d'égalité est vraie.

Nous avons fait usage de la statistique H.S.D. de Tukey avec un taux d'erreur α_e égal à $1 - (1 - \alpha_c)^{c}$**. Toutefois, nous assumons que ce test détecte moins bien les petites différences entre les moyennes. L'emploi de cette méthode a conduit aux résultats suivants:

sur. ouv. 1 : (3,04) (3,31) (2,18)

C N E

sur. ouv. 2 : (3,00) (2,82) (4,10)

C E N

Les moyennes des sites reliés par un trait de soulignement ne diffèrent pas statistiquement pour la variable donnée. Elles constituent un sous-groupe qui, lui, diffère significativement de l'autre sous-groupe isolé.

---

* α_e = Nombre d'expériences avec au moins une des comparaisons déclarée à tort significative / Nombre total d'expériences

** α_c = Nombre de comparaisons déclarées par erreur significatives / Nombre total de comparaisons

CHAPITRE 5

DISCUSSION

Notre étude sur les sites de nidification et d'élevage de la bécasse d'Amérique concerne spécifiquement le microhabitat de l'espèce. A cet effet, Whittaker et Levin (1975) trouvent plus appropriée l'utilisation du terme "niche spatiale" pour désigner un microhabitat envers lequel l'animal a pu au préalable exercer une sélection.

Nous avons vérifié s'il existait une sélection de l'habitat de nidification chez la bécasse. Les résultats apportés par l'analyse discriminante révèlent que trois variables abiotiques (dist. pt eau, dist. ouv. 1 et haut. bord.) permettent de différencier avec succès les sites de nidification des zones témoins et ce, avec un risque d'erreur de seulement 15,4%. Nous avons aussi regardé si l'habitat de nidification s'apparentait ou non à celui d'élevage au niveau de sa structure fixe. Là encore, les résultats obtenus confirment la présence de composantes biologiques (sol nu, nb. arbus. cl. 2 et haut. herb.) capables de scinder significativement ($P \leq 0,0001$) les sites de nidification et d'élevage.

A. Caractéristiques générales des deux types d'habitats.

Comme nous l'avons évoqué au chapitre 1, plusieurs auteurs ont décrit qualitativement l'habitat de la bécasse d'Amérique. Il serait inopportun de rééditer des extraits de ces recherches ou de tenter d'y ajouter du détail. Cependant, il nous apparaît essentiel de dépeindre brièvement le faciès végétal des habitats printaniers que renferme le centre-sud du Québec.

Dans l'aire de répartition étudiée, la bécasse est associée aux premiers stades des successions forestières dominés par *Populus tremuloïdes* (28,4%), *Fraxinus sp.* (15,0%), *Betula populifolia* (11,1%), *Alnus rugosa* (10,6%), *Acer sp.* (8,2%) et *Prunus sp.* (8,0%). Les autres espèces arborescentes représentent 18,7% des recensements effectués (fig. 10). L'âge moyen des peuplements étudiés est de 10,4 ans.

La même figure montre que les espèces arbustives ou compagnes, associées aux habitats de nidification et d'élevage, regroupent principalement *Spirea latifolia* (37,6%), *Rubus sp.* (24,0%) et *Cornus stolonifera* (19,2%). Les espèces arbustives restantes comptent également pour 19,2% de la composition de cette strate.

Dans le cadre d'une évolution normale, nous savons que les essences mentionnées plus haut se transforment en peuplements de bois durs (hêtre, chêne) ou de bois résineux (pin, sapin) non

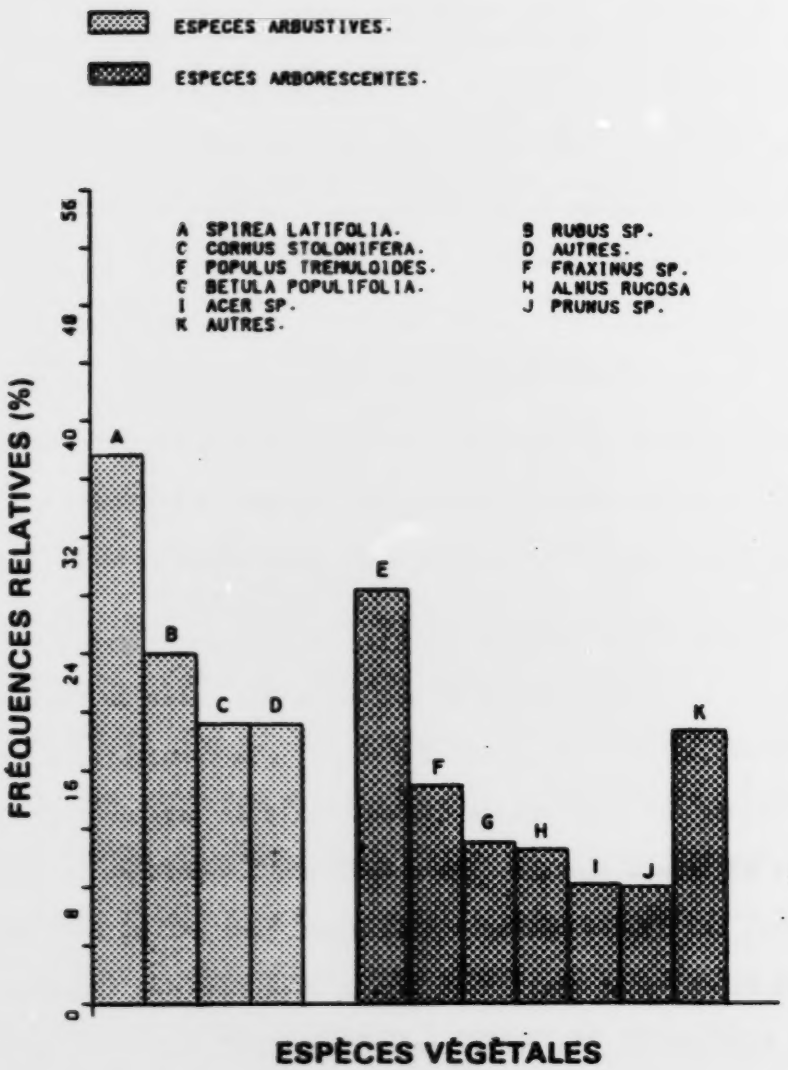


Fig. 10. Fréquences relatives des espèces végétales arbustives et arborescentes recensées dans les habitats de nidification et d'élevage.

adéquats à l'implantation de la bécasse (Couture, 1984). Il est permis d'avancer que le facteur responsable de la piètre utilisation par l'oiseau de ces milieux est le manque de vers de terre. Il est démontré depuis longtemps que les faînes du hêtre et les aiguilles de pin acidifient graduellement le sol (Dajoz, 1975). Or, selon Reynolds (1977a), un trop faible potentiel hydrogène empêche le terrain d'être colonisé par les oligochètes qui constituent l'aliment principal de la bécasse. Les espèces principalement prédatées sont *Lumbricus rubellus* (pH du sol = 3,8 à 8,0), *Dendrobaena octaedra* (pH du sol = 3,0 à 7,7) et *Apporectodea tuberculata* (pH du sol = 4,8 à 7,5). Bien que ces vers de surface vivent dans des substrats acides, ils préfèrent des sols à pH neutre (Reynolds, 1977b).

Nous avons observé une différence significative ($t_{0,05}$ = -3,76; $P \leq 0,001$) de pH du sol entre les sites de nidification (pH = 5,9) et d'élevage (pH = 6,9). Ces résultats laissent supposer une plus grande disponibilité de vers de terre dans les milieux d'élevage. Nous émettons l'hypothèse qu'à l'éclosion, les jeunes bécasses nidifuges, exhibant un haut degré de précocité, sont entraînées par la mère dans des couverts riches en nourriture. La recherche de nourriture est la raison première pour laquelle les animaux se déplacent (Krebs, 1980; Swingland et Greenwood, 1983). Cette théorie de l'alimentation optimale (optimal foraging behavior) a été mise en évidence par

MacArthur et Pianka (1966), Pianka (1974) et Pyke *et al.* (1977). De plus, aucune évidence d'activité alimentaire (forage de trous, piétinement) ayant été remarquée dans l'entourage immédiat des sites de nidification, nous présumons que la présence de vers de terre à proximité des terrains de couvaison est de faible importance. Le fait qu'il y ait, en période de nidification, pas signe de présence (excréments, empreintes) démontre aussi jusqu'à quel point le comportement instinctif de l'espèce est spécialisé. Un plus vaste échantillonnage des habitats de nidification et d'élevage permettrait d'assurer la validité de notre hypothèse.

S'il est reconnu que la bécasse adulte possède une alimentation stricte, il appert qu'elle soit aussi une espèce opportuniste. Des études de contenus stomacaux (Sperry, 1940; Miller, 1957) révèlent que l'oiseau modifie occasionnellement son régime alimentaire en ingérant une variété considérable d'arthropodes, d'insectes et même de débris végétaux. Nous ne savons pas cependant si les juvéniles avalent ce type de nourriture. Nous supposons que le changement dans l'alimentation survient en période de pénurie relative de vers de terre (ex.: assèchement temporaire du sol). Par contre, nous croyons qu'une pénurie alimentaire absolue oblige la bécasse à exercer un déplacement de son habitat vers des régions plus humides. C'est ce qui semble se produire à l'automne, puisque durant cette saison l'habitat utilisé peut être fort différent de celui de printemps ou d'été (Dompierre, 1979).

La densité habituelle de lombricidés rencontrés dans un habitat à bécasses est de l'ordre de 10,7 ind./m^3 (Bourgeois, 1977). Selon Godfrey (1974), cette variable revêt peu d'importance dans l'étude de l'habitat de la bécasse adulte parce que le type de sol utilisé n'apparaît pas comme un déterminant essentiel du choix de l'habitat. Toutefois, une augmentation de la biomasse de vers de terre peut permettre un accroissement de la capacité de support de l'habitat pour la bécasse. Handley (1954) in Sheldon (1967) ainsi que Reynolds et Jordan (1975) allèguent qu'il y aurait une relation entre les différentes espèces d'arbres et la distribution des annélides. En effet, un pourcentage élevé d'azote est présent dans le sol où poussent l'aulne et le peuplier. Ces essences auraient les mêmes attributs que certaines légumineuses, à savoir des sites récepteurs pour les *Rhizobium spp*, bactéries fixatrices d'azote libre. Nous sommes d'avis que cette symbiose pourrait être à la base de la relation qui existe entre le taux d'azote dans la litière et l'abondance de vers de terre.

L'annexe G montre que les habitats de nidification observés ont un pourcentage moyen de sable égal à 34,7%. La majorité des sites (82,4%; tableau 12) choisis pour l'élevage présentent un sol plus meuble dont la consistance sableuse est exactement 50,0%. Nous n'avons pas jugé utile de comparer statistiquement les proportions moyennes de ces matériaux qui composent le substrat.

Des travaux entrepris par Caron et Bérubé (1984) suggèrent que les sites spécifiquement destinés à l'alimentation présentent une texture de sol à dominance de sable (68,2%). Une étude similaire, réalisée par Boggus et Whiting (1980) dans de jeunes plantations de pins, montrent un résultat sensiblement identique, soit 72,4% de sable. Contrairement à ces deux recherches qui donnent des valeurs précises pour des couverts d'alimentation, nos travaux définissent des résultats propres à l'habitat d'élevage en général.

Nous croyons qu'un sol dont le pourcentage de sable excéderait 75%, ne serait pas susceptible de produire ou plutôt de renfermer une quantité optimale de vers de terre. Edwards et Lofty (1972) supportent aussi cette hypothèse. Comme la bécasse est humicole, il s'avère peu probable qu'elle affectionne les terrains fortement sableux qui, même après une forte pluie, vont rapidement s'assécher. Par contre, un sol dont la teneur en sable serait inférieur à 35%, présenterait un seuil d'imperméabilité trop élevé. En effet, il semble que les sites de nidification exigent un drainage modéré (classe 3)(tableau 14; annexe C). Plus tard en saison et au début de l'été (période d'élevage) il apparaît que les bécasses se dirigent vers des terrains plus humides.

Nous sommes d'avis que les conditions qui prévalent dans les habitats d'élevage, vont faciliter l'activité de forage de l'oiseau pour la quête de proies dans les endroits où la ressource n'est probablement pas répartie uniformément.

B. Sélection de l'habitat.

1. Comparaison des sites de nidification et de contrôle

Nous attachons une importance particulière aux résultats de l'analyse discriminante. Ce procédé statistique a permis de déceler une combinaison de variables susceptibles d'influencer dans leur ensemble, et non pas séparément, le choix de la bécasse dans la prise de possession d'un habitat. Des variables essentiellement morphométriques isolent de façon significative ($P \leq 0,0001$) les sites de nidification des sites témoins. Cette ségrégation traduit l'existence d'une sélection de l'habitat de nidification.

Nous connaissons la notion importante de l'amplitude de la niche qui permet de séparer les espèces euryèces qui couvrent des conditions très étendues et qui sont de véritables "généralistes", des espèces sténoèces qui ne s'adaptent qu'à une gamme étroite d'exigences et qui sont, dans l'écosystème, des "spécialistes". La niche fonctionnelle peu étendue de la bécasse laisse supposer sa faible plasticité vis-à-vis le changement de certains facteurs environnementaux.

a) Distance à un point d'eau

Parmi la constellation des facteurs du milieu qui régissent les comportements de la bécasse, l'absence d'un point d'eau serait un facteur limitant (Maxfield, 1961; Liscinsky, 1972; Wishart et Bider, 1976; Bourgeois, 1977; Kroll et Whiting, 1977; Kinsley *et al.*, 1982). Nous avons mesuré la distance qui sépare le nid à un point d'eau. Malheureusement, il est difficile voire impossible de comparer nos résultats avec ceux prélevés dans la littérature. Bourgeois (1977) et Kroll et Whiting (1977) ont respectivement évalué cette distance à 31,0m et à 71,4m. Nous avons calculé une distance moyenne de 3,9m entre le nid et la plus proche cuvette d'eau stagnante. Le fait qu'il y ait pas de concordance entre ces trois résultats réside selon nous en des définitions imprécises et différentes du point d'eau, définitions que nous ne sommes pas parvenus à retracer. S'agit-il d'un point d'eau courante ou stagnante, d'une mare temporaire ou permanente? Tient-on compte de la superficie minimale ou maximale de la nappe afin de qualifier cette dernière de point d'eau? Il ressort que la présence d'eau soit une composante omniprésente et prépondérante dans le choix de l'habitat par la bécasse. Toutefois, il faudrait standardiser la définition du terme "point d'eau" afin que les données soient comparables.

Malgré cette ambiguïté, Sheldon (1967), Wenstrom (1974) et Bourgeois (1977) rapportent que les couvées sont trouvées plus près d'un point d'eau que ne le sont les nids. Le premier auteur interprète le phénomène en s'appuyant sur le fait que les insectes qui vivent dans la litière abondent dans les régions humides et peuvent servir de source première de nourriture aux poussins. Nos résultats dénotent au contraire que les terrains d'élevage sont plus éloignés d'un point d'eau (11,0m) que ne le sont les terrains de nidification (3,9m). L'analyse discriminante n'indique pas non plus que la séparation des groupes "Nid-Elevage" (F_1 = 0,149) soit en partie causée par la "dist. pt eau". Cette dernière intervient plutôt dans la scission des groupes "Nid-Contrôle" (F_2 = 0,619).

Nous ne refutons pas l'hypothèse émise par les auteurs concernant l'importance d'un point d'eau. Cependant, nous considérons qu'il faille l'interpréter avec prudence et rectitude. Comme nous l'avons mentionné auparavant, nous adhérons à l'idée voulant que les zones d'élevage soient généralement situées dans des milieux plus humides que les zones de nidification. Certes, la présence d'eau est un indice révélateur de l'humidité du sol. A la lumière de toutes les études réalisées jusqu'à présent, on peut affirmer que la bécasse évite tout environnement xérique. Le point d'eau fait partie intégrante de la configura-

tion des milieux où il y a présence de bécasses. Il n'est toutefois pas évident que l'humidité même du sol puisse être associée directement à la proximité du point d'eau. Le dénivellement du sol ou le pourcentage de couverture végétale peuvent, selon nous, jouer un rôle tout aussi déterminant sur le degré hygrométrique du sol.

Par ailleurs, nous pensons que l'eau puisse davantage servir aux activités de toilettage de la bécasse (Morgenweck, 1974) qu'à compléter l'alimentation. Nous savons, en effet, que les vers de terre possèdent un contenu hydrique élevé (80 à 90% du poids total de l'invertébré) (Reynolds, 1973). A notre avis, la recherche supplémentaire d'explications biologiques entourant la variable muette "dist. pt eau" serait superfétatoire.

b) Distance à la plus proche ouverture.

La "distance à la plus proche ouverture" est la seconde variable d'importance permettant de discriminer entre les sites de nidification et les sites témoins. Elle est indissociable de la notion de bordure qui limite l'habitat de la bécasse.

Au moyen de ses ailes courtes et arrondies qui lui procurent un vol à départ rapide mais de faible durée, la bécasse

est en mesure d'éviter un prédateur ou d'échapper à un agresseur éventuel. Pour ce faire, elle a besoin d'ouvertures que nous identifions comme des trouées à l'intérieur de la végétation. Tucker (1971) rappelle que le coût énergétique des envolées sur de courtes distances est passablement élevé. Cette dépense métabolique peut être compensée par l'arrêt et le repos de l'oiseau dans un couvert d'abri. Dans le cas de la bécasse, nous avons observé que les couverts d'abri diurnes sont eux-mêmes situés à proximité d'ouvertures. Causey *et al.* (1974) ont trouvé sept nids en Alabama, tous localisés dans des boisés clairs, près d'une ouverture forestière ou d'un champ et près d'un petit cours d'eau. Les ouvertures débouchent habituellement dans un champ (terrain de parade), dans une portion dégagée du même habitat ou encore un sentier. Dans le cas où une seconde ouverture sépare deux groupements végétaux différents, il faut considérer que cette ouverture est précédée d'une bordure. La bécasse niche le plus souvent à quelques mètres de la bordure forestière (fig. 11).

Bourgeois (1977), Coon (1977), Kroll et Whiting (1977) et Rabe (1977) ont respectivement trouvé 12,5m, 9,4m, 16,1m et 7,0m comme mesure de la distance du point d'envol (ici, le nid) à la plus proche ouverture. Nos résultats sont compatibles avec ceux des auteurs. Nous avons calculé une distance

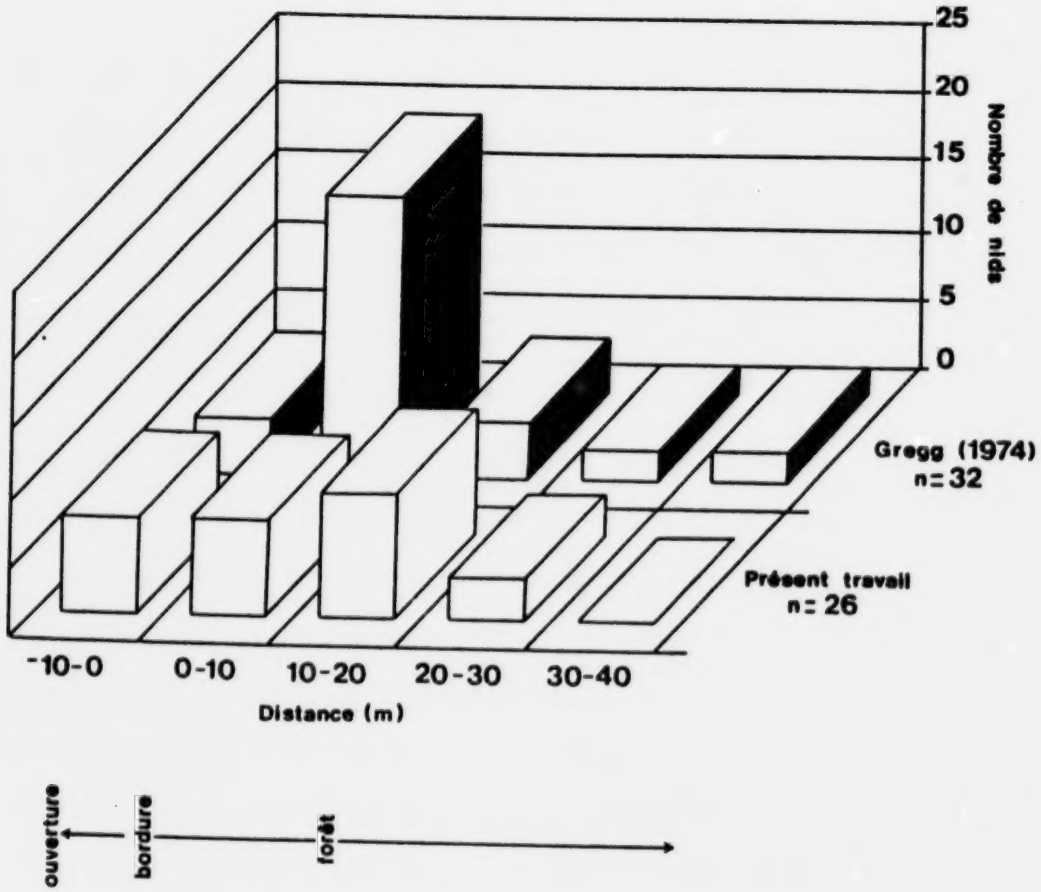


Fig. 11. Répartition de 58 nids de bécasses en relation avec la bordure forestière.

moyenne de 13,9m entre le nid et le couvert de fuite proximal. Quant à la superficie maximale de la plus proche ouverture, nous l'avons évaluée à 5652m^2 (annexe H). Kinsley *et al.* (1982) l'ont établie à 9300m^2. Les pourcentages d'utilisation des différentes superficies des deux types d'ouvertures sont présentés au tableau 15.

La présence de nombreuses ouvertures et bordures reflète en partie la qualité d'un habitat (Giles, 1978). La plupart des habitats de nidification visités montrent une organisation en mosaïque (20 des 26 milieux). Moen (1973) mentionne que le morcellement des différents blocs de végétation d'habitats dissimilaires, si ceux-ci sont convenablement arrangés (ex.: couvert d'alimentation adjacent à un couvert de nidification; couvert d'élevage adjacent à un couvert de nidification; présence de couverts de fuite, etc.), tend à produire et à supporter un plus grand nombre d'individus d'une ou de plusieurs espèces fauniques.

Considérant le fait que la bécasse est hautement spécialisée et qu'elle occupe une niche écologique restreinte, nous soutenons l'hypothèse suivante: l'habileté de l'oiseau à se confondre avec le milieu et sa facilité à tromper l'ennemi en empruntant des passages déjà prévus à cette fin, sont deux stratégies adaptatives qui ont contribué à sauvegarder l'espèce et

à maximiser sa productivité. Bien que la fuite soit la réaction la plus commune chez la majorité des oiseaux, Welty (1982) rapporte que les espèces couvant leurs oeufs au sol utilisent souvent l'immobilité et la dissimulation comme tactique antiprédatrice. Des études comportementales permettraient de vérifier dans quelles circonstances l'une ou l'autre de ces réponses à la prédation est préférée.

c) Hauteur de la bordure.

La "hauteur de la bordure" est une caractéristique structurale de l'habitat de nidification. Selon le modèle discriminant, cette variable, couplée à d'autres éléments du milieu, intervient dans la séparation des sites de nidification et de contrôle. La hauteur de la bordure des sites de nidification (6,5m) affiche une moyenne significativement différente ($F = 5,62$; $P \leq 0,01$) de celle des sites de contrôle (8,3m) et d'élevage (9,3m). Gutzwiller et Wakeley (1982) et Gutzwiller *et al.* (1983) obtiennent des résultats de 5,7m, 5,0m et 4,8m comme hauteur moyenne de la bordure attenante à un terrain de pariade.

Dans le cadre organisationnel de l'habitat de nidification, nous avons remarqué que les terrains de pariade sont juxtaposés aux sites de nidification. Nous avons évalué à 39,5 mètres la distance séparant le nid du terrain de pariade. Gutzwiller et

Wakeley (1982) ont démontré qu'il existe une relation inverse entre la hauteur de la bordure et l'utilisation d'un terrain de pariade. Cette constatation suggère que la hauteur de la végétation située à proximité d'un site potentiel va réduire la qualité de ce site. Par ailleurs, Marshall (1958) in Sheldon (1967) estime qu'une bécasse abandonne un terrain de pariade lorsque plus de 60% de celui-ci devient occupé par une végétation supérieur à 3 mètres. De la même façon, Lambert et Barclay (1975) ont remarqué que les terrains de pariade ceinturés par une haute et dense végétation étaient utilisés de façon extensive. Les auteurs émettent l'hypothèse que le manque de patrons de vol convenables est la principale raison de l'usage sporadique de ces territoires.

Nous prévoyons qu'une bordure trop haute représente un obstacle pour l'oiseau dont l'ascension s'exécute en basse trajectoire. En effet, Sheldon (1967) mentionne que le mâle débute son vol par une envolée rapide qui se produit entre 1,5 et 3,0 mètres du sol sur une distance d'environ 5 mètres avant que la bécasse gagne de l'altitude. Bien que la différence observée entre la hauteur de la bordure dans les sites de nidification et celle dans les sites de contrôle ne soit que d'environ 2 mètres, nous croyons qu'à l'échelle de perception de l'oiseau, cet écart soit suffisant pour nuire au déplacement de l'espèce.

2. Comparaison des sites de nidification et d'élevage

Les sites d'élevage présentent des propriétés structurales différentes de celles des sites de nidification. Si des paramètres physiographiques permettent d'isoler les sites de nidification et de contrôle, la séparation des sites de nidification et d'élevage s'opère, elle, par l'entremise de variables spécifiquement reliées à la végétation. MacArthur (1958) a mis en évidence le fait que les oiseaux maîtrisent avec succès la conquête des habitats qu'engendre le développement de la dimension verticale de la végétation.

La première phase de notre étude consistait à suivre le déplacement quotidien de six couvées (tableau 3; ch.2). Seulement deux d'entre elles (no.5 et 28) ont pu être localisées sur des périodes consécutives de quatre et cinq jours. La figure 12 montre la distance journalière parcourue par les couvées entre deux points de localisation successifs (distances non cumulées). Le calcul des distances n'est donc pas basé sur la totalité des distances pouvant être couvertes chaque jour à l'intérieur d'un petit espace vital. Dans le cas des couvées repérées aux stations 57, 62 et 67, la distance n'a pu être mesurée puisque les oiseaux n'ont pu être relocalisés. La distance moyenne franchie par les poussins, dans les cinq premiers jours qui succèdent à l'éclosion, va en augmentant. Nous supposons que cet accroissement est directement relié à une augmentation de la force musculaire (Hartman, 1961) et à une hausse du caractère d'autonomie chez les jeunes. Selon Welty (1982), les oiseaux nidifuges sont énormément dépendants de leurs pattes qui

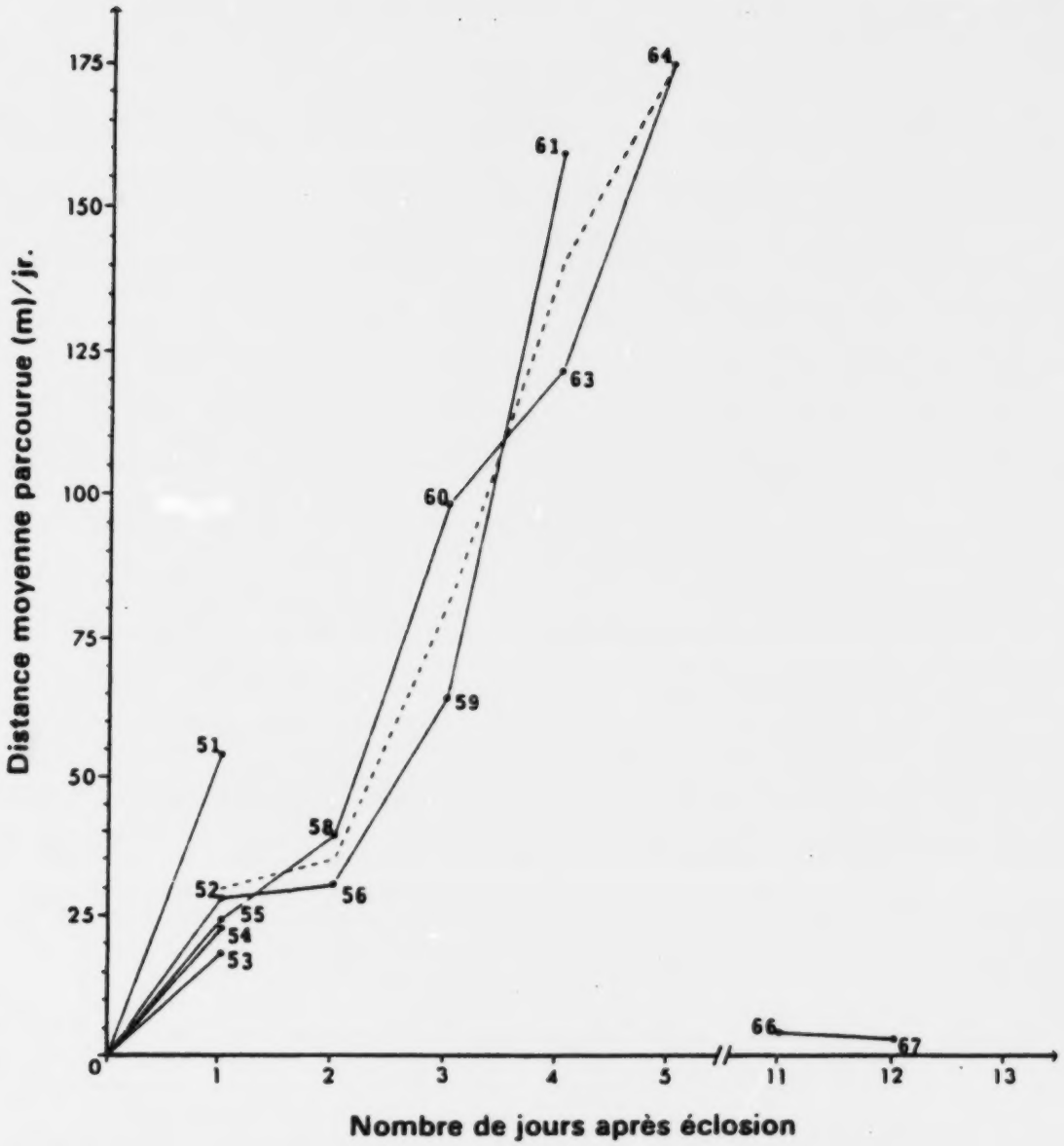


Fig. 12 Distance moyenne (trait pointillé) parcourue par les couvées entre deux points de localisation successifs, en fonction du nombre de jours suivant l'éclosion. Les numéros identifient les couvées.

leur assurent la locomotion avant de pouvoir voler. L'investissement énergétique de l'individu se fait au profit d'une croissance très rapide des membres postérieurs, alors que les ailes tardent à se développer.

Aucune donnée a pu être prélevée dans l'intervalle du cinquième au dixième jour. A partir du dixième jour, soit moins d'une semaine avant l'envol, on remarque que le déplacement d'une couvée (en provenance du nid no. 26) est très atténué, voire inexistant. La distance moyenne parcourue par les couvées se chiffre à 67,8 m/jr. Dans une étude sur la sélection de l'habitat par les couvées, Wenstrom (1974), au moyen de la télémétrie, a calculé que la distance moyenne parcourue chaque jour par 90 couvées individuelles était de 84,5 mètres.

Sonerud (1985) signale que certaines caractéristiques des mouvements de la couvée (patron, vitesse et longueur de déplacement) chez les tétraonidés, prédisent la fuite comme tactique anti-prédatrice. L'auteur démontre que dans les zones où les proies subissent une forte prédation, les couvées de différentes espèces parcourent entre 300 et 400 mètres par jour. Cette distance diminuerait considérablement dans les régions où les oiseaux rencontrent peu ou pas de prédation. Le taux de mortalité dû à la prédation chez la bécasse est très faible (Sheldon, 1967). De même, la distance parcourue par les jeunes bécasses est cinq à

six fois plus courte que celle observée chez des gélinottes. Ces constatations suggèrent que la fuite pour échapper à un prédateur ne serait pas la raison principale qui inciterait la couvée à se déplacer. A maintes occasions, nous avons d'ailleurs remarqué que les jeunes comme les adultes, adoptaient plutôt un comportement de position stationnaire (angl. "freezing") vis-à-vis un danger.

Nous tenons à faire remarquer que la faiblesse de cette partie de travail réside en un échantillonnage peut-être insuffisant de sites d'élevage. La localisation des couvées n'est pas chose facile en soi et cette situation est indépendante de notre volonté. Une diagnose exhaustive des trois sous-groupes d'élevage est à notre avis hasardeuse. A cet effet, nous convenons de discuter essentiellement de l'imparité du bloc "Nid-Elevage" et de référer au tableau 10 (ch. 4) qu'occasionnellement et sous toute réserve. Néanmoins, le fait que les couvées suivies proviennent toutes de localités différentes est révélateur (Aubin, comm. pers.). Les résultats indiquent une tendance générale des couvées à suivre un gradient de déplacement axé sur les conditions du milieu.

a) Pourcentage de sol nu et hauteur des herbacées.

L'analyse discriminante nous informe que le pourcentage de sol nu est la variable qui contribue de façon optimale à dissocier les sites de nidification et d'élevage. Celui-ci est environ quatre fois plus élevé dans les sites d'élevage, soit 32,9% comparative-

ment à 8,8% pour les sites de nidification. Dans les boisés de décidus mixtes, Rabe (1977) établit à 38% le pourcentage moyen de sol nu des couverts de nidification et d'élevage, sans faire de distinction entre les deux types d'habitats. Bourgeois (1977) évalue à 31% le pourcentage de sol nu rencontré dans les sites d'élevage. Quant à Dompierre (1979), il concède 22,8% de sol nu aux habitats d'automne fréquentés par la bécasse. Sous un rapport plus faible, nos résultats montrent que la strate muscinale occupe 5,3% de l'espace au sol dans les sites d'élevage contre seulement 1,2% dans les sites de nidification (Annexe C).

La hauteur des herbacées est une variable étroitement associée au pourcentage de sol nu. Elle intervient significativement dans la disjonction des sites de nidification et d'élevage. Dans les milieux d'élevage, les herbacées atteignent généralement une hauteur inférieure. Les plantes affichent une hauteur moyenne de 12,6 cm, alors que dans les milieux de nidification, une hauteur moyenne de 26,2 cm est enregistrée. Quant au pourcentage de recouvrement des espèces herbacées, il est de l'ordre de 16% dans les sites d'élevage alors qu'il présente une moyenne de 58% dans les sites de couvaison.

Une consultation du tableau 10 (ch. 4) permet de voir qu'au 2e ou 3e jour suivant l'éclosion, les jeunes bécasses tendent à se diriger vers des terrains où le sol est davantage garni de matière organique. L'augmentation constante du pourcentage de litière

en témoigne. Indépendamment de ces résultats, nous avons observé dans les stations d'élevage un pourcentage de couverture végétale (69,7%) et une hauteur moyenne de la voûte de feuillage (8,7 m) plus élevés que ceux des stations de nidification (53,5%; 7,4 m). De plus, le recouvrement arbustif total se chiffre à 89,4% dans les sites d'élevage. Il est à moitié moins élevé dans les sites de nidification (42,7%), ce qui représente une énorme différence. De par leurs valeurs, ces variables ont pour effet de diminuer la pénétration de la lumière au sol dans les sites d'élevage. On peut dès lors prévoir l'élimination progressive des graminées qui seront graduellement remplacées par des espèces végétales ombrophiles et/ou hygrophiles. Tous les auteurs consultés s'accordent pour dire que les graminées nuisent au déplacement de la bécasse.

A cette étape, nous postulons l'hypothèse qu'un faible pourcentage de recouvrement au sol, dans les sites d'élevage, augmenterait la mobilité et la visibilité de la bécasse lors de son activité de recherche alimentaire. Ceci voudrait signifier pour l'oiseau un renforcement des comportements d'évitement face à un danger. Ainsi, nous croyons que la vigilance du volatile peut être suffisamment relâchée pour diminuer les coûts qu'occasionne le stress inhérent à l'auto-protection. Krebs et Davies (1978) défendent aussi cette hypothèse. Les bénéfices rapportés peuvent alors servir à maximiser la recherche alimentaire ou les autres apprentissages des jeunes. Par exemple, il se peut que les mou-

vements de course nécessaires à l'initiation du vol soient facilités.

Nous pensons que ces deux apports comportementaux (mobilité et visibilité) s'intègrent comme compléments stratégiques à des adaptations déjà connues. On sait, en effet, que chez la bécasse, le développement évolutif de la position du cerveau s'est fait au profit d'un grand angle de vision, ce qui lui permet de voir aussi bien à l'arrière qu'à l'avant (Cobb, 1959). De plus, la bécasse étant crépusculaire, son système physiologique de vision lui permet de s'alimenter en obscurité (Welty, 1982).

Les variables développées jusqu'à présent ne font qu'argumenter et appuyer à nouveau l'hypothèse que la couvée s'alimente endehors des couverts de nidification.

b) Densité des arbustes $\geq$ 0,30 m $<$ 1,25 m.

La densité des arbustes compris entre 0,30 m et 1,25 m joue aussi un rôle primordial dans la différenciation des sites de nidification et d'élevage. Dans les milieux d'élevage, cette variable est fortement corrélée négativement ($r = -0,78$; $P \leq 0,002$) avec la densité des arbustes $<$ 0,30 m. L'augmentation des arbustes compris entre 0,30 m et 1,25 m entraîne la diminution des arbustes de plus petite taille qui ne peuvent compétitionner pour la lumière et les sels minéraux. Cette situation a, elle aussi, pour effet de favoriser les déplacements de la bécasse. Le nombre de tiges arbustives

($\geq$ 0,30 m < 1,25 m) dans les sites d'élevage est de 515,7/25 m^2 alors qu'il n'est que de 197,1/25 m^2 dans les sites de nidification. Nous assumons que le résultat du calcul de cette variable pour les 17 sites d'élevage représente une surestimation en raison des valeurs extrêmes que montre le dénombrement des stations 65, 66 et 67. Le retrait des trois dernières stations permettrait de rapporter la moyenne à 430 tiges/25 m^2, ce qui constitue selon nous un reflet plus fidèle de la réalité. Des échantillonnages réalisés sur de nouveaux sites à l'été 1985 nous permettent cette conclusion.

Les couverts d'élevage laissent voir une densité arbustive (classe 2) qui est au moins le double de celle offerte par les couverts de nidification. Le tableau 10 révèle que cette densité s'accroît avec le déplacement spatio-temporel des couvées. La moyenne du nombre d'arbustes n'est toutefois pas significative entre le deuxième et le troisième sous-groupe d'âge.

Nous avons remarqué que dans la plupart des milieux d'élevage, les arbustes de cette catégorie sont disséminés en îlots très serrés (saules, cornouillers et spirées). Nous pensons que les denses écrans de végétation ainsi formés puissent assurer une protection supplémentaire à l'espèce. Relativement à leur étude sur les sites d'alimentation de la bécasse, Boggus et Whiting (1980) entérinent cette hypothèse déjà formulée par Svoboda *et al* (1972) lors de leurs travaux sur la gélinotte huppée. Par exemple,

nous savons que c'est pendant la saison estivale que la mue se produit chez la bécasse (sauf pour les primaires et les secondaires qui, chez les juvéniles, ne tombent pas) (Sheldon, 1967). Rabe (1977) mentionne que la perte de plumes va démunir l'oiseau en restreignant son camouflage (homochromie par mimétisme). Nous croyons qu'il s'agit d'une raison suffisante pour motiver l'espèce à rechercher dès la fin du printemps et à l'été, un microhabitat plus dense.

Un dernier point a attiré notre attention. Dans les habitats de nidification, nous avons observé une densité totale des arbres de 11,1 ind./25 m^2, équivalant à une surface terrière de 7,2 m^2/ha. Par contre, dans les habitats d'élevage, nous avons remarqué une diminution du nombre total d'arbres (8,6 ind./25 m^2) mais une augmentation de la surface terrière (10,0 m^2/ha.). Les résultats moyens obtenus pour ces deux variables ne diffèrent toutefois pas significativement ($P > 0,05$). A grande échelle, cette situation pourrait néanmoins indiquer que les boisés qui servent de gîtes aux couvées, possèdent des arbres dont le diamètre moyen (8,7 cm) est supérieur à celui des sites de nidification (7,4 cm), bien que la surface d'occupation par les troncs soit moindre. Une telle structure aurait l'avantage d'offrir des accès plus faciles aux ouvertures, ce qui laisserait présumer que le macrohabitat d'élevage est plus ouvert que celui de nidification. Les travaux de Sheldon (1967), Wenstrom (1974) et Bourgeois (1977) ont confirmé cette assertion.

Mendall et Aldous (1943) avançaient que les couverts d'élevage ne différaient pas matériellement de ceux utilisés pour la nidification. Les plus récentes études (Bourgeois, 1977; Roberts, 1978; Dwyer, 1982) et le présent travail démentent leurs observations.

CONCLUSION

Un modèle n'est qu'une représentation simplifiée de la nature et même si, souvent, le résultat n'est pas conforme à la réalité, l'exercice de construction est rarement inutile. Il permet d'identifier certaines lacunes à combler et de comparer l'importance relative des paramètres. L'objectif premier de ce travail visait à élaborer un modèle d'évaluation des différences structurales existant entre les sites de nidification et les sites de contrôle. Nous voulions aussi vérifier s'il y avait présence de dissimilarités entre les sites de nidification et les sites d'élevage.

Nos résultats montrent que les sites de nidification se distinguent principalement des sites de contrôle par les distances minimales à un point d'eau et à une ouverture, ainsi que par la hauteur de la bordure. Dans le cas des sites de nidification, discriminés à 84,6%, l'échelle de valeurs de ces variables respectives s'échelonne entre 2,8 m et 5,0 m, 10,3 m et 17,5 m, ainsi que 5,5 m et 7,5 m. Les valeurs moyennes observées pour ces variables sont toutes inférieures à celles que présentent les sites de contrôle. Ces résultats, couplés aux caractéristiques immuables et déjà connues de l'habitat bécassier, suggèrent que c'est à l'intérieur de ces trois échelles de valeurs combinées que l'espèce rencontre les exigences requises pour la fonction de reproduction. La présence d'eau et de couverts de fuite seraient des dé-

terminants essentiels dans le choix de l'habitat de nidification.

Les résultats notifiant une sélection de l'habitat de nidification par la bécasse doivent être interprétés prudemment. Le fait que les sites de nidification ressortent comme différents des sites de contrôle laisse présumer que le nombre de terrains disponibles tend à être restreint. Y a-t-il lieu de croire à une compétition intraspécifique sur les sites de nidification? Nous réprimons le présage éventuel d'une réponse affirmative à cette question pour au moins deux raisons.

D'abord, la bécasse est polygyne et n'est pas considérée comme territoriale, sauf lorsque le mâle exécute sa pariade. A cette occasion seulement, le mâle utilise des comportements agonistiques de type aposématique pour chasser de son territoire, l'intrus de même sexe sous-dominant. Aucune évidence de compétition intraspécifique est mentionnée dans la littérature. Dans une autre étude, nous avons d'ailleurs trouvé sept nids à moins de 25 mètres les uns des autres. Deux nids étaient à moins de 4,0 m l'un de l'autre; deux autres nids étaient éloignés de seulement 7,2 m. Un dernier groupe montrait trois nids alignés sur une distance de 23,6 m. Ces observations suffisent à démontrer que plus d'une femelle parvient à conquérir un habitat convenable et à s'y installer librement. Il y aurait cohabitation. Ensuite, l'action des prédateurs et des parasites (Pursglove, 1973) n'est pas assez étendue pour affecter la distribution

des bécasses en regard de celle décidée sur la base de leur préférence d'habitat. Compte tenu de ces éléments, nous sommes d'avis que toute perte d'habitat risque d'affecter sévèrement la population de nicheurs.

En nous appuyant sur les exposés de Partridge (1978) in Krebs et Davies (1978), et de Blondel (1979), nous refrénons l'idée voulant qu'il puisse y avoir une saturation de la capacité de support des milieux. Selon Lack (1966), l'absence ou la faible quantité de facteurs limitants autorise une espèce à exercer un choix sans contrainte de son habitat. Au Québec, il est possible que jadis, de brusques variations des conditions climatiques aient pu influencer la densité des populations. Un rang plus étroit d'habitats a pu alors être occupé dans les années de basse densité, ce qui indiquerait que les habitats abandonnés à cette époque étaient moins préférés (Vieira da Silva, 1979). Actuellement, nous croyons plutôt que les niches potentielles laissées vacantes, donc non pleinement utilisées, font que d'autres bons habitats ne sont pas encore colonisés. Godfrey (1974) signale que la sélection de l'habitat de nidification par la bécasse, peut devenir flexible après le choix initial. Ceci signifie que l'oiseau pourrait revenir dans le même macrohabitat (angl. "homing") occasionnellement, mais changer de microhabitat.

Il devient impérieux de tester l'ordination des paramètres les plus discriminants et l'amplitude de leurs valeurs sur de nouveaux

sites de nidification. Il serait ensuite indispensable de rendre opérationnel le modèle testé, en mettant au point une méthode d'inventaire et de classement des habitats de nidification potentiels. Dès lors, des prescriptions forestières et des normes d'aménagement pourront être envisagées. Celles-ci aideraient à l'exploitation rationnelle de ce gibier à des fins récréatives, tout en optimisant la qualité et la quantité de gîtes potentiels nécessaires à ce migrateur.

Divers paramètres qui touchent l'organisation spatiale des milieux de nidification et les éléments de bordure s'y rattachant, ont été traités de façon semi-quantitative. C'est une des faiblesses opérantes de notre modèle. Il faudrait voir, dans un avenir rapproché, à établir des méthodes quantitatives standardisées qui permettront d'évaluer ces composantes structurales de l'habitat de la bécasse.

Les sites d'élevage sont discriminés à 100% par le pourcentage de sol nu, la densité des arbustes compris entre 0,30 m et 1,25 m, et la hauteur des herbacées. La figure 13 montre que dans l'habitat d'élevage, les étendues minimales et maximales du rang de ces variables respectives varient de 21,7% à 44,1%, de 386,7 tiges/25 m^2 à 644,7 tiges/25 m^2, et de 9,8 cm à 15,4 cm. Dans l'habitat de nidification et pour le même ordre de variables, les valeurs minimales et maximales varient de 2,5% à 15,1%, de 139,4 tiges/25 m^2 à 254,8 tiges/25 m^2, et de 17,8 cm à 34,6 cm. Les valeurs moyennes des deux pre-

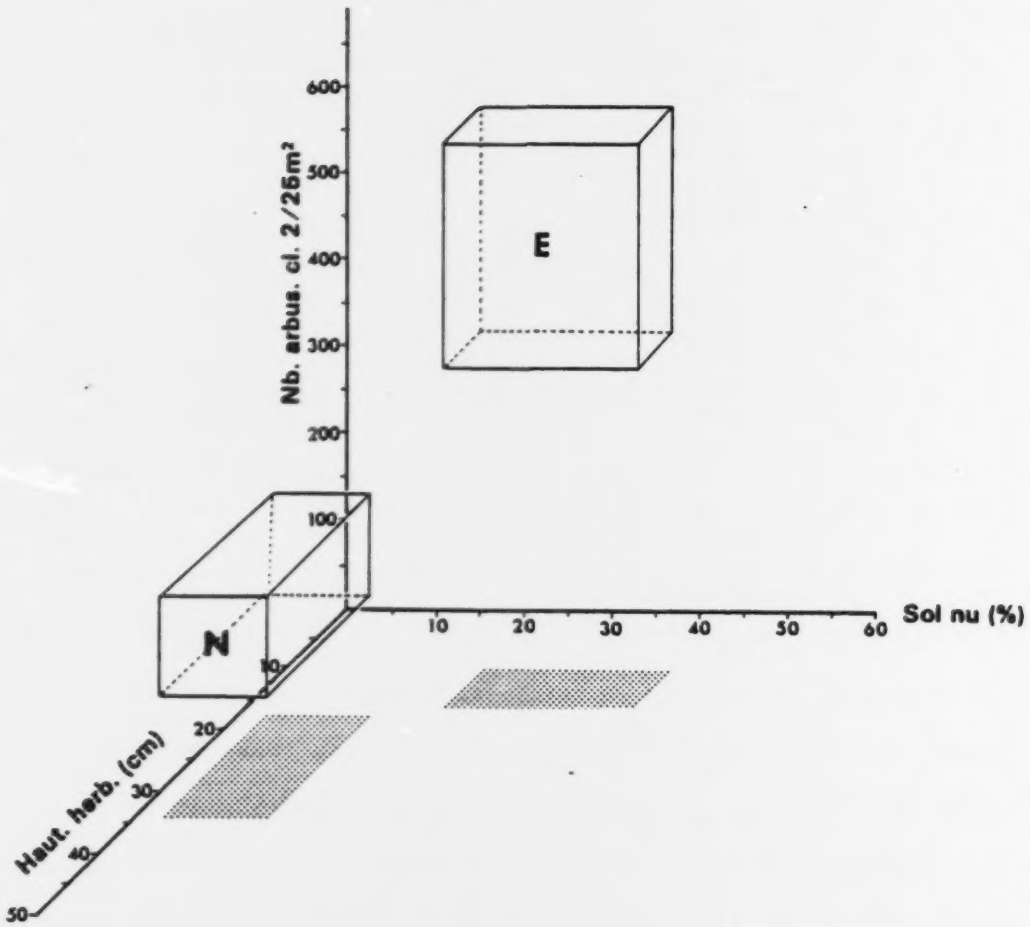


Fig. 13. Configuration spatiale des habitats de nidification et d'élevage à partir des variables discriminantes. Les dimensions volumétriques des figures ont été établies à partir des intervalles de confiance de la moyenne.

mières variables sont plus fortes dans les sites d'élevage que dans les sites de nidification. Par contre, la hauteur moyenne des herbacées est deux fois plus basse dans l'habitat d'élevage.

Nous avons également trouvé que le pH (6,9) et la texture du sol (50,0% de sable) des habitats d'élevage, montrent des valeurs plus élevées que celles des habitats de nidification (pH = 5,9; 34,7% de sable). Enfin, les terrains d'élevage seraient plus humides (drainage imparfait) que ceux de nidification (drainage modéré). Ces dernières conditions laissent supposer une abondance accrue de nourriture dans les habitats d'élevage. La faible humidité des sites de nidification pourrait aussi indiquer la sélection des terrains les plus hâtivement dégagés de la couverture neigeuse, et les moins susceptibles à l'inondation durant la couvaison.

Par ailleurs, nous avons observé des variantes dans les densités de végétation qu'engendre la transposition des habitats d'élevage en fonction de l'âge des couvées. A mesure que les jeunes vieillissent, ils semblent rechercher un faible couvert de végétation au sol et des murailles arbustives plus denses. Ceci favoriserait les déplacements de la progéniture sans accroître sa vulnérabilité.

La localisation et le suivi des couvées durant la période de préenvol mériteraient d'être poursuivis, car il existe des différences importantes entre les caractéristiques des habitats de nidification et d'élevage. Une meilleure explication de ces différences serait importante pour mieux comprendre l'ensemble des habitats de nidification et d'élevage.

Nous nous posons une question plus fondamentale: pourquoi que sur 15 nids, suivis par des observateurs compétents, neuf couvées disparaissent dans les premières 24 heures qui suivent l'éclosion, alors que les six autres peuvent être facilement suivies pendant près d'une semaine? Les jeunes bécasses étant peu vagabondes durant la période de pré-envol, se peut-il que la survie des nichées ayant des habitats d'élevage à proximité soit meilleure que la survie des nichées sans habitat d'élevage à proximité?

Une réponse à cette question serait importante car elle ajouterait une dimension nouvelle à l'étude des habitats de reproduction. Une réponse affirmative indiquerait qu'il faut considérer le problème des habitats de reproduction de façon intégrée et non de façon séparée selon les exigences de la nidification ou de l'élevage. Telle est la perspective des avenues de recherche à être approfondies par de nouveaux travaux.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Agriculture Canada. 1978. Le système canadien de classification des sols. Approvisionnements et Services Canada (ed.). Hull, Québec, Canada. 170pp.

Bélanger, L. 1984. Etude de la sélection et de la structure des habitats d'élevage chez la sauvagine. - Mem. M. Sc. Univ. Québec à Trois-Rivières. 192pp.

Bennett, L.J. and P.F. English. 1943. The 1942 flight of woodcock. Pa. Game News 13 (12): 6-31.

Bennett, L.J. and P.F. English. 1947. The 1946 fall woodcock population. Pa. Game News 17 (11): 14-34.

Bennett, L.J. and P.F. English. 1948. The 1947 fall flight of woodcock in central Pennsylvania. Pa. Game News 18 (11): 1-14.

Benzecri, J.P. 1973. L'analyse des données. Tome 1: La taxinomie. Tome 2: L'analyse des correspondances. Dunod, Paris. viii + 615, vii + 619pp.

Blankenship, L.H. 1957. Investigations of the American woodcock in Michigan. Ph. D. Thesis. Michigan State Univ., E. Lansing. 217 pp. (Also published in: Mich. Dep. Conserv., Game Div. Rep. 2123.217pp.).

Blondel, J. 1979. Biogéographie et écologie. Masson, Paris. 173pp.

BMDP, Statistical Software. 1981. W.J. Dixon. (ed.). Univ. of California Press. Los Angeles, U.S.A. 726pp.

Boggus, T.G. and R.M. Whiting. 1980. Effect of habitat variables on foraging of American woodcock wintering in east Texas. Proc. Woodcock Symp. 7: 148-157.

Boisvert, N. 1983. Programme informatisé d'analyse granulométrique. MS. Univ. Québec à Trois-Rivières. Dept. Géographie.-

Bourgeois, A. 1977. Quantitative analysis of American nest and brood habitat. Proc. Woodcock Symp. 6: 109-118.

Bourgeois, J.C. 1977. Contribution à l'étude des problèmes relatifs à l'interprétation des recensements de populations de bécasses d'Amérique (Pilohela minor). - Mem. M. Sc. Univ. Québec à Trois-Rivières. 75pp.

Bouyoucos, G.J. 1936. Directions for making mechanical analysis of soil by the hydrometer method. Soil Sci. 32: 225-228.

Boyd, H. 1974. Draft plan for the management of woodcock and woodcock hunting in Canada, 1975-1980. in Fifth Am. Woodcock Workshop Proc., Univ. Georgia, Athens, December 3-5, 1974. 28pp.

Caldwell, P.D. and J.S. Lindzey. 1974. The behavior of adult female woodcock in central Pennsylvania. in Fifth Am. Woodcock Workshop Proc., Univ. Georgia, Athens, December 3-5, 1974. 13pp.

Caron, M. et P. Bérubé. 1984. Etude des sites d'alimentation de la bécasse d'Amérique. Ms. Univ. Québec à Trois-Rivières. Dept. Chimie-Biologie. (Résultats non publiés). 24pp.

Causey, K., Roboski, J. and G. Horton. 1974. Nesting activities of the American woodcock (Philohela minor Gmelin) in Alabama. in Fifth Am. Woodcock Workshop Proc., Univ. Georgia, Athens, December 3-5, 1974. 12pp.

Chambers, R.E. 1976. Ecology and behavior of nesting female woodcock and their broods. Unpublished final report. U.S. Fish Wildl. Serv. contract No. 14-16-0008-695 with State Univ. of New York College of Forestry through N.Y. State Dep. Environ. Conserv. 39pp.

Clauson, A. 1974. Nesting and brood rearing ecology and behavior of the American woodcock in central New York. M. Sc. Thesis. State Univ. of New York, Syracuse. 91pp.

Cobb, S. 1959. On the angle of the cerebral axis in the American woodcock. Pages 32-36 in W.G. Sheldon (1967). The book of the American Woodcock. Univ. Mass. Press, Amherst, Mass. 227pp.

Coon, R.A. 1977. Nesting habitat, fall migration and harvest characteristics of the American woodcock in Pennsylvania. Ph. D. Thesis. Penn. State University, XV + 172pp.

Coon, R.A., Williams, B.K., Lindzey, J.S. and J.L. George. 1982. Examination of woodcock nest sites in Central Pennsylvania. Pages 55-62 in Woodcock ecology and management. U.S. Dept. Inter., Fish and Wildl. Serv. Wildl. Res. Rep. 14.

Coulter, M.W. and J.C. Baird. 1982. Changing forest land uses and opportunities for woodcock management in New England and the Maritime Provinces. Pages 75-85 in Woodcock ecology and management. U.S. Dept. Inter., Fish and Wildl. Serv. Wildl. Res. Rep. 14.

Couture, R. 1984. Problème de gestion des populations et des habitats de la bécasse d'Amérique. La Mordorée, 149: 13-16.

Dajoz, R. 1975. Précis d'écologie. Gauthiers, Paris. 549pp.

Dangler, E.W. 1947. The ecology of the American woodcock on the Cloquet forest with some management suggestions. M. Sc. Thesis. Univ. Minnesota, Minneapolis. 104pp.

Davis, M. 1935. Feeding of the American woodcock (Philohela minor). Auk 52 (4): 446-447.

Dennis, D.G. and N.R. North. 1977. Woodcock habitat changes in southwestern Ontario. 4pp. in Suppl. to the Proc. of the Sixth Woodcock Symp., Fredericton, Oct. 4-6, 1977.

DeWitt, J.B., Menzie, C.M., Adomaitis, V.A. and W.L. Reichel. 1960. Pesticidal residues in animal tissues. Trans. N. Am. Wildl. Nat. Resour. Conf. 25: 277-285.

Dompierre, S. 1979. Elaboration d'une méthode statistique de classement des habitats d'automne de la bécasse D'Amérique (Philohela minor). - Mem. M. Sc. Univ. Québec à Trois-Rivières. XII + 82pp.

Duke, G.E. 1966. Reliability of censuses of singing male woodcocks. J. Wildl. Manage. 30 (4): 697-707.

Dunford, R.D. and R.B. Owen, jr. 1973. Summer behavior of immature radio-equipped woodcock in central Maine. J. Wildl. Manage. 37 (4): 462-469.

Dwyer, T.J., Derleth, E.L. and D.G. McAuley. 1982. Woodcock ecology in Maine. Pages 6-70 in Woodcock ecology and management. U.S. Dept. Inter., Fish and Wildl. Serv. Wildl. Res. Rep. 14.

Dwyer, T.J., McAuley, D.G. and E.L. Derleth. 1983. Woodcock singing-ground counts and habitat changes in the north eastern United States. J. Wildl. Manage. 47: 772-779.

Dyer, J.M. and R.B. Hamilton. 1977. Analysis of several site components of diurnal woodcock habitat in southern Louisiana. Proc. Woodcock Symp. 6: 51-52.

Edwards, C.A. and J.R. Lofty. 1972. Biology of earthworms. London, Chapman and Hall. xv + 283pp.

Ensminger, A.B. 1954. Earthworm populations on wintering areas of the American woodcock in the vicinity of Baton Rouge, Louisiana. M. Sc. Thesis. Louisiana State Univ., Baton Rouge. 97pp.

Fenwood, J.D. 1976. An inventory of woodcock habitat in southern West Virginia. M. Sc. Thesis. West. Virginia University. 109pp.

Fox, B.J. 1979. An objective method of measuring the vegetation structure of animal habitats. Aust. Wildl. Res. 6: 297-303.

Frontier, S. 1976. Etude de la décroissance des valeurs propres dans une analyse en composantes principales: comparaison avec le modèle du bâton brisé. J. exp. mar. Biol. Ecol. 25: 67-75.

Galehouse, J.S. 1971. Sedimentation analysis; procedures in sedimentary petrology. R.E. Carver (ed.). New-York: John Wiley. 162pp.

Giles, R.H. 1978. Wildlife management. W.H. Freeman Co. San Francisco. 416pp.

Glasgow, L.L. 1958. Contributions to the knowledge of the ecology of the American woodcock, Philohela minor (Gmelin), on the wintering range in Louisiana. Ph. D. Thesis. Texas A. & M. Coll., College Station. 158pp.

Godfrey, G.A. 1974. Behavior and ecology of American woodcock on the breeding range in Minnesota. Ph. D. Thesis. Minnesota Univ., Minneapolis. 333pp.

Goudy, W.H. 1960. Factors affecting woodcock spring population indexes in southern Michigan. M. Sc. Thesis. Michigan State Univ., E. Lansing. 44pp. (Also published in: Mich. Dep. Conserv., Game Div. Rep. 2281. 44pp.).

Goudy, W.H. 1969. American woodcock population dynamics studies. Woodcock banding studies in the Canaan Valley. Effects of hunting on woodcock populations in Canaan Valley. West. Virginia Div. Game Fish. P-R Rep., Proj. W-037-R-11, W-037-R-12. 12pp.

Green, R.H. 1979. Sampling design and statistical methods for environmental biologists. -Wiley Inter-science Pub., Wiley and Sons, Inc. 257pp.

Gregg, L.E. 1974. Woodcock nesting habitat in northern Wisconsin. in Fifth Am. Woodcock Workshop Proc., Univ. Georgia, Athens, December 3-5, 1974. 5pp.

Gregg, L.E. and J.B. Hale. 1977. Woodcock nesting habitat in northern Wisconsin, Auk 94: 489-493.

Guinochet, M. 1973. Phytosociologie. Coll. d'écologie 1. Masson, Paris. 222pp.

Gullion, G.W. 1972. Improving your forested lands for ruffed grouse. Ruffed Grouse Society of North America, Rochester, New York. 34pp.

Gutzwiller, K.J. and J.S. Wakeley. 1982. Differential use of woodcock singing grounds in relation to habitat characteristics. Pages 51-54 in Woodcock ecology and management. U.S. Dept. Inter., Fish and Wildl. Serv. Wildl. Res. Rep. 14.

Gutzwiller, K.J., Strauss, C.H., Kinsley, K.R. and J.S. Wakeley. 1982. Relationships between land use and woodcock habitat in Pennsylvania with guidelines for rangewide research. Pages 86-96 in Woodcock ecology and management. U.S. Dep. Inter., Fish and Wildl. Serv. Wildl. Res. Rep. 14.

Gutzwiller, K.J., Kinsley, K.R., Storm, G.L., Tzilkowski, W.M. and J.S. Wakeley. 1983. Relative value of vegetation structure and species composition for identifying American woodcock breeding habitat. J. Wildl. Manage. 47: 535-540.

Handley, W.R.C. 1954. Mull and mor information in relation to forest soils. - Page 81 in W.G. Sheldon (1967). The book of the American woodcock. Univ. Mass. Press, Amherst, Mass. 227pp.

Hartman, F.A. 1961. Locomotor mechanisms of birds. Smithsonian Misc. Coll. 143 (1): 1-99.

Horton, G.I. 1976. Telemetric studies of wintering woodcock (Philohela minor) in east central Alabama. M. Sc. Thesis. Auburn Univ. 103pp.

Horton, G.I. and M. K. Causey. 1974. Telemetric studies of woodcock in east central Alabama. in Fifth Am. Woodcock Worshop Proc., Univ. Georgia, Athens, December 3-5, 1974. 22pp.

Kinsley, K.R., Liscinsky, S.A. and G.L. Storm. 1982. Changes in habitat structure on woodcock singing grounds in central Pennsylvania. Pages 40-50 in Woodcock ecology and management. U.S. Dept. Inter., Fish and Wildl. Ser. Wildl. Res. Rep. 14.

Kozicky, E.L., Bancroft, T.A. and P.G. Homeyer. 1954. An analysis of woodcock singing ground counts, 1948-1952. J. Wildl. Manage. 18 (2): 259-266.

Krebs, J.R. 1980. Optimal foraging, predation risk and territorial defence. Ardea 60.

Krebs, J.R. and N.B. Davies. 1978. Behavior ecology: an evolutionary approach. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 493pp.

Kroll, J.C. and R.M. Whiting. 1977. Discriminant function analysis of woodcock winter habitat in east Texas. Proc. Woodcock Symp. 6: 63-71.

Lack, D. 1966. Population studies of birds. Clarendon press, Oxford. 36pp.

Lack, D. 1968. Ecological adaptations for breeding in birds. London, Methuen 68. 409pp.

Laforge, H. 1984. Analyse multivariée: pour les sciences sociales et biologiques avec applications des logiciels BMD, BMDP, SPSS, SAS. Etudes vivantes (ed.). Saint-Lambert, Québec. 317pp.

Lambert, R.A. and J.S. Barclay. 1975. Woodcock singing grounds and diurnal habitat in north central Oklahoma. Proc. Annu. Conf. Southeast. Assoc. Game Fish Comm. 29: 617-630.

Legendre, L. et P. Legendre. 1984. Ecologie numérique (2e ed.). Tome 1: Le traitement multiple des données écologiques; Tome 2: La structure des données écologiques. Presses de l'Université du Québec et Masson Cie. 260; 335pp.

Legendre, P., Chodorowski, A., Chodorowska, W., Pichet, P. et P. Potvin. 1980. Qualité des eaux: interprétation des données lacustres (1971-1977). Min. Envir. Qué. - Dir. invent. et rech. -Serv. qual. eaux. 409pp.

Leopold, A. 1933. Game management. Charles Scribner's Sons, New York. 481pp.

Liscinsky, S.A. 1966. American woodcock research and management program. Int. Assoc. Game Fish Comm. 42pp. Mimeo.

Liscinsky, S.A. 1967. Resume of 1965's woodcock hunting survey in Pennsylvania. Pages 22-23 in W.H. Goudy, compiler. Woodcock research and management, 1966. U.S. Bur. Sport Fish. Wildl., Spec. Sci. Rep. - Wildl. 101. 40pp.

Liscinsky, S.A. 1972. The Pennsylvania woodcock management study. Pennsylvania Game Comm. Res. Bull. 171. 95pp.

Locke, L.N., Stickel, W.H. and S.A. Geis. 1965. Some diseases and parasites of captive woodcocks. J. Wildl. Manage. 29 (1): 156-161.

Longwell, J.R. 1951. A study of the American woodcock on a selected area in central Pennsylvania. M. Sc. Thesis. Pennsylvania State College, University Park. 72pp.

MacArthur, R.H. 1958. Population ecology of some warblers of northeastern coniferous forests. Ecology 39: 599-619.

MacArthur, R.H. and E.R. Pianka. 1966. On optimal use of a patchy environment. Am. Nat. 100: 603-609.

MacDonald, D. and E. Martin. 1971. Trends in harvest of migratory game birds other than waterfowl 1964-65 to 1968-69. U.S. Bur. Sport Fish. Wildl., Spec. Sci. Rep. -Wildl. 142. 29pp.

Marshall, W.H. 1958. Woodcock singing grounds at the Cloquet Experimental Forest. - Page 64-65 in W.G. Sheldon (1967). The book of the American woodcock. Univ. Mass. Press, Amherst, Mass. 227pp.

Maxfield, H.K. 1961. A vegetational analysis of fifty woodcock singing grounds in central Massachusetts. M. Sc. Thesis. Univ. Massachusetts, Amherst. 31pp.

Mendall, H.L. and C.M. Aldous. 1943. The ecology and management of the American woodcock. Maine Coop. Wildl. Res., Univ. Maine, Orono. 201pp.

Miller, D.R. 1957. Soil types and earthworm abundance in woodcock habitat in central Pennsylvania. M. Sc. Thesis. Pennsylvania State Univ., University Park. 69pp.

Modafferi, R.D. 1967. A population behavior study of male American woodcock on central Massachusetts singing grounds. M. Sc. Thesis. Univ. Massachusetts, Amherst. 57pp.

Moen, A.N. 1973. Wildlife ecology. W.H. Freeman Co. San Francisco. 458pp.

Morgenweck, R.O. 1974. Studies of woodcock crepuscular behavior study using a night vision sight. in Fifth Am. Woodcock Workshop Proc., Univ. Georgia, Athens, December 3-5, 1974. 12pp.

Morgenweck, R.O. 1978. Diurnal high use areas of hatching-year female American woodcock. Proc. Woodcock Symp. 6: 155-160.

Nicholson, C.P. 1977. The utilization of commercial timber production areas by woodcock in Maine. M. Sc. Thesis. Univ. Maine, Orono. 49pp.

Nie, N., Hull, C.H., Jenkins, J.G., Steinbrenner, K. and D.H. Bent. 1975. Statistical package for the social sciences. McGraw-Hill New York. 675pp.

Noether, G.E. 1976. Introduction to Statistics. A Nonparametric Approach (2nd. ed.). Page 541 in B. Scherrer. Biostatistique. Gaétan Morin (ed.). Chicoutimi, Qué. 850pp.

Norris, R.T., Beule, J.D. and A.T. Studholme. 1940. Banding woodcocks on Pennsylvania singing grounds. J. Wildl. Manage. 4 (1): 8-14.

Owen, R.B., jr., Chairman. 1977. American woodcock (Philohela minor). Pages 148-186 in G.C. Sanderson (ed.). Management of migratory shore and upland game birds in North America. Int. Assoc. Fish and Wildl. Agencies, Washington, D.C. 358pp.

Owen, R.B., Jr., and J.W. Morgan. 1975a. Influence of nightlighting and banding on woodcock movements. Wildl. Soc. Bull. 3(2): 77-79.

Owen, R.B., Jr., and J.W. Morgan. 1975b. Summer behavior of adult radio-equipped woodcock in central Maine. J. Wildl. Manage. 39(1): 179-182.

Partridge, L. 1978. Habitat selection. Pages 351-376 in J.R. Krebs. and N.B. Davies. (ed.). Behavioural ecology: an evolutionary approach. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Patton, D.R. 1975. A diversity index for quantifying habitat "edge". Wildl. Soc. Bull. 3(4): 171-173.

Pettingill, O.S., jr. 1936. The American woodcock Philohela minor (Gmelin). Mem. Boston Soc. Nat. Hist. 9 (2): 169-391.

Pianka, E. 1974. Niche overlap and diffuse competition. Proc. Nat. Acad. Sci., 71: 2141-2145.

Pitelka, F.A. 1943. Territoriality, display, and certain ecological relations of the American woodcock. Wilson Bull. 55 (2): 88-114.

Pullen, S.B. 1973. A biotetemetric study and observations of wintering American woodcock, Philohela minor (Gmelin) in east central Alabama. M. Sc. Thesis. Auburn Uni., Auburn, Ala. 55pp.

Pursglove, S.R., jr. 1973. Some parasites and diseases of American woodcock, Philohela minor (Gmelin). Ph. D. Thesis. Univ. Georgia, Athens. 285pp.

Pyke, G.H., Pulliam H.R. and E.L. Charnov. 1977. Optimal foraging: a selective review of theory and tests. Q. Rev. Biol. 52: 137-154.

Rabe, D. 1977. Habitat utilization by the American woodcock in northern Michigan. M. Sc. Thesis. Michigan State Univ., E. Lansing. 47pp.

Rabe, D. 1978. Structural analysis of woodcock diurnal habitat in northern Michigan. Proc. Woodcock Symp. 6: 125-134.

Rearden, J.D. 1950. Woodcock utilization of improved covers in easthern Maine. M. Sc. Thesis. Univ. Maine, Orono. 83pp.

Reynolds, J.W. 1973. Earthworm (Annelida, Oligochaeta) ecology and systematics. Pages 95-120 in D.L. Dindal. (ed.). Proc. First Soil Microcommunities. Conf., Natl. Tech. Inform. Serv., Springfield, Va. 285pp.

Reynolds, J.W. 1977a. The earthworms (Lumbricidae and Sparganophilidae) of Ontario. Life Sci. Misc. Publ., Roy. Ont. Mus., Toronto. 141pp.

Reynolds, J.W. 1977b. Earthworms utilized by the American woodcock. Proc. Woodcock Symp. 6: 161-169.

Reynolds, J.W. and G.A. Jordan. 1975. A preliminary conceptual model of megadrile activity and abundance in the Haliburton Highlands. -Megadrilogica 2 (2): 1-9.

Richter, W.C. 1948. Singing ground analysis and cover preference of the American woodcock (Philohela minor) in central Pennsylvania. M. Sc. Thesis. Pennsylvania State Coll., University Park. 96pp.

Roberts, T.H. 1978. Migration, distribution and breeding of American woodcock. M. Sc. Thesis. University of Tennessee, Knoxville. 73pp.

Romeder, J-M. 1973. Méthodes et programmes d'analyse discriminante. Dunod. 274pp.

Schemnitz, S.D. 1980. Wildlife management techniques manual (4th. ed.). The Wildlife Society, Inc., Washington, D.C. 686pp.

Scherrer, B. 1984. Biostatistique. Gaétan Morin (ed.). Chicoutimi, Québec. 850pp.

Service Canadien de la Faune. 1982. L'homme et la faune dans un même environnement. - Page 5 in L. Bélanger. Etude de la sélection et de la structure des habitats d'élevage chez la sauvagine. - Mem. M. Sc. Univ. Québec à Trois-Rivières. 192pp.

Sheldon, W.G. 1952. Studies on breeding woodcock in Massachusetts. Pages 30-44 in J.W. Aldrich, compiler. Investigations of woodcock, snipe, and rails in 1951. U.S. Fish Wildl. Serv., Spec. Sci. Rep. -Wildl. 14. 58pp.

Sheldon, W.G. 1967. The book of the American woodcock. Univ. Mass. Press. Amherst, Mass. 227pp.

Sneath, P.H.A. and R.R. Sokal. 1973. Numerical Taxonomy. - The principles and practice of numerical classification. W.H. Freeman and Co., San Francisco. 573pp.

Sokal, R.R. and F.J. Rohlf. 1981. Biometry. -The principles and practice of statistics in biological research. (2nd. ed.). W.H. Freeman and Co., San Francisco. 859pp.

Sonerud, G.A. 1985. Brood movements in grouse and waders as defence against win-stay search in their predators. Oïkos 44: 287-300.

Sperry, C.C. 1940. Food habits of a group of shorebirds: woodcock, snipe, knot, and dowitcher. U.S. Dept. Interior, Bur. Biol. Survey, Wildl. Res. Bull. 1. 37pp.

Stickel, W.H., Hayne, D.W. and L.F. Stickel. 1965a. Effects of heptachlor-contaminated earthworms on woodcocks. J. Wildl. Manage. 29 (1): 132-146.

Stickel, W.H., Dodge, W.E., Sheldon, W.G. Dewitt, J.B. and L.F. Stickel. 1965b. Body condition and response to pesticides in woodcocks. J. Wildl. Manage. 29 (1): 147-155.

Studholme, A.T. and R.T. Norris. 1942. Breeding woodcock populations. Auk 59 (2): 229-233.

Svoboda, F.J. and G.W. Gullion. 1972. Preferential use of aspen by ruffed grouse in northern Minnesota. J. Wildl. Manage. 36(4): 1166-1180.

Swingland, I.R. and P.J. Greenwood. 1983. The ecology of animal movement. Clarendon Press, Oxford. 311pp.

Tautin, J. 1980. Status of American woodcock. U.S. Dep. Inter., Fish and Wildl. Serv., Off. of Migratory Bird Manage. Adm. Rep. 13pp.

Tautin, J. 1982. Status of American woodcock. U.S. Dep. Inter., Fish and Wildl. Ser., Off. of Migratory Bird Manage. Adm. Rep. 14pp.

Tucker, V.A. 1971. Flight energies in birds. American Zoologist. 11: 115-124.

Vieira da Silva, J. 1979. Introduction à la théorie écologique. (ed.) Masson, Paris. 112pp.

Volle, M. 1980. Analyse des données (2e ed.). Economica, Paris. 317pp.

Weeden, R.B. 1955. Cover requirements of breeding woodcock in central Maine. M. Sc. Thesis. Univ. Maine, Orono. 107pp.

Welty, J.C. 1982. The life of birds. -Saunders college pub. 754pp.

Wenstrom, W.P. 1973. Habitat utilization and activities of female American woodcock (Philohela minor) in northeastern Minnesota during spring and summer. Ph. D. Thesis. Univ. Minnesota, Minneapolis. 203pp.

Wenstrom, W.P. 1974. Habitat selection by brood rearing woodcock. in Fifth Am. Woodcock Workshop Proc., Univ. Georgia, Athens, December 3-5, 1974. 19pp.

Westfall, C.Z. 1954. A study of woodcock behavior on their breeding grounds in central Maine. M. Sc. Thesis. Univ. Maine, Orono. 117pp.

Whittaker, R.H. and S.A. Levin. 1975. Niche: theory and application. Dowden, Hutchinson and Ross, Inc., Stroudsburg, Pennsylvania. 448pp.

Williams, S.O. 1969. Population dynamics of woodcock wintering in Louisiana. M. Sc. Thesis. Louisiana State Univ., Baton Rouge. 68pp.

Williams, W.T., Lambert, J.M. and G.N. Lance. 1966. Multivariate methods in plant ecology. V. Similarity analyses and information-analysis. Pages 73-79 in L. Legendre et P. Legendre. (2e ed.). Ecologie numérique (tome 2): la structure des données écologiques. Masson et Presses de l'univ. du Québec. 335pp.

Williams, W.T., Lance, G.N., Dale, M.B. and H.T. Clifford. 1971. Controversy concerning the criteria for taxonometric strategies. Computer J. 14: 162-165.

Wishart, R.A. and J.R. Bider. 1976. Habitat preferences of woodcock in south western Quebec. J. Wildl. Manage. 40: 523-531.

Wright, B.S. 1965. Some effects of heptachlor and DDT on New Brunswick woodcocks. J. Wildl. Manage. 29 (1): 172-185.

Yerger, R.W. 1947. Breeding populations of woodcock (Philohela minor) in central Pennsylvania. M. Sc. Thesis. Pennsylvania State Coll., University Park. 65pp.

Zar, J.H. 1974. Biostatistical analysis. Englewood Cliffs, Nj: Prentice-Hall. 620pp.

Annexe A

Exemple de publicité visant à la découverte de nids pour les fins de l'étude

ETUDE SUR LA BECASSE D'AMERIQUE

La bécasse d'Amérique est un gibier de plus en plus populaire. Cependant les inventaires annuels dans la région de l'est indiquent une diminution lente, mais progressive, de l'effectif des populations. La cause probable est la perte d'habitat. Cette perte est à la fois naturelle (vieillissement des milieux) et provoquée (urbanisation et défrichement).

OBJECTIF DE L'ETUDE

L'objectif de cette étude est de déterminer les exigences de la bécasse dans le choix des sites de nidification et d'élevage. Cette connaissance étant acquise, nous pourrons voir à protéger les habitats existants ou à améliorer les habitats devenus trop mûrs.

DEMANDE DE COLLABORATION

Nous désirons connaître l'emplacement exact d'au moins 30 nids de bécasse. La région d'étude s'étend de Trois-Rivières jusqu'au sud de Montréal, de part et d'autre du fleuve Saint-Laurent. Nous demandons aux volontaires qui trouveront un ou plusieurs nids, de bien localiser le ou les sites et de nous faire parvenir leur nom et numéro de téléphone à l'adresse indiquée ci-dessous. Aucun nid ne doit être déplacé.

Ce projet de recherche sera exécuté par M. Pierre Bérubé, étudiant en biologie, dans le cadre d'une étude de maîtrise.

FAIRE PARVENIR A

Monsieur Richard Couture
Département de chimie-biologie
Université du Québec à Trois-Rivières
C.P. 500, Trois-Rivières, Québec, G9A 5H7
Téléphone: (819) 376-5641

Annexe B

Relevé floristique des plantes herbacées recensées dans les habitats de nidification

I. II. III. IV. V Fréquence •. 1. 2. 3. 4. 5 Abondance-dominance	gr. à *Fraxinus nigra* et *Acer rubrum*	gr. à *Ulmus americana* et *Acer rubrum*	gr. à *Acer rubrum* et *Betula papyrifolia*	gr. à *Populus tremuloides*	gr. à *Alnus rugosa*	gr. à *Alnus rugosa* et *Salix* sp.	gr. à *Salix* sp. + *Chamaepericlymenum canadense*
Dryopteris spinulosa	V,+	V,I	V,I	II,+	II,+		
Onoclea sensibilis	V,3	V,4	II,3	II,+	V,2	V,2	V,2
Nalenthemum canadense	II,+		III,1	I,1	II,+	I,+	
Coptis groenlandica			V,2	III,1			
Viola sp.	III,+						
Thalictrum pubescens	II,+						
Lactuca biennis	II,+						
Athyrium felix-femina	III,+						
Arissema atrorubens	II,+						
Trillium erectum	II,+			I,+			
Glyceria melicaria	III,+			I,+			
Equisetum sylvaticum	III,+		I,+				
Chelone glabra	III,+		I,+				
Carex sp.	IV,+			I,+			II,3
Tiarella cordifolia	III,1				II,1		
Graminea sp.	II,+		I,+		V,+	III,+	II,+
Rubus pubescens	IV,+	V,1	II,1				II,+
Impatiens capensis	V,3		I,1		V,2	III,2	II,+
Aster novae-angliae	II,+		I,1	I,+			II,+
Osmunda cinnamomea	IV,+		II,2	IV,2	I,+		
Steronema ciliatum		I,1	II,1	-		I,1	
Solidago sp.	IV,+	V,+	II,+		V,1	V,1	II,1
Trientalis borealis			II,+	III,+			
Osmunda claytoniana			I,1				
Rhus radicans			I,4				
Myrica gale			I,+				
Epigea repens			I,+				
Lycopus uniflorus			I,+				
Aralia nudicaulis			I,2	III,2			
Mitchella repens			I,1	III,+			
Clintonia borealis			I,1	I,2			
Lycopodium obscurum			II,+	III,+			
Lycopodium clavatum			I,+	I,+			
Osmunda regalis			I,1	II,2			II,+
Aster acuminatus			I,+	II,+	II,+	II,+	
Pteridium aquilinum			II,2	II,1			

Annexe B (Suite)

Viola rotundifolia	I,+				
Cornus canadensis	I,1	III,1			
Gaultheria procumbens	I,+	III,1			
Smilacina racaemosa		II,+			
Lycopodium lucidulum		II,+			
Carex trisperma		I,+			
Iris versicolor		I,+			
Lycopodium annotinum		I,+			
Eleocharis sp.		I,+			
Dryopteris phagopteris		I,+			
Medeola virginiana		I,+			
Cypripedium acaule		I,+			
Equisetum sp.			IV,4		
Fragaria sp.			III,1		
Lactuca sp.			III,+	III,+	
Equisetum pratense	II,1		III,1	II,1	
Galium sp.			II,+	II,+	II,+
Equisetum arvense				III,1	
Caulophyllum thalictroides				II,1	
Pyrola secunda				I,+	II,+
Saxifraga sp.					I,1
Ranunculus sp.			I,+		
Eupatorium maculatum			II,+		IV,+
Clematis virginiana			III,+	II,2	
Oxalis sp.			II,+	III,+	
Apocynum sp.				I,+	
Valeriana officinalis					III,2
Lycopus sp.					II,+
Taraxacum officinale					II,+
Calamagrotis canadensis					I,+
Carex lurida					I,+

Annexe C

Résultats bruts moyens pour chaque variable mesurée aux 65 stations d'échantillonnage.

STATIONS DE NIDIFICATION	NUMEROS DES VARIABLES							
	2	3	4	5	6	7	8	9
1	5	5	10	0	90	32	96,5	20
2	80	20	15	0	0	0	167,5	35
3	0	5	10	0	95	10	125,0	95
4	5	70	30	5	20	12	91,0	40
5	10	90	30	0	0	0	0,0	100
6	0	95	35	0	5	51	2017,0	25
7	0	95	35	0	50	55	2551,0	25
8	0	50	20	0	50	12	8,5	5
9	0	95	40	0	5	20	419,0	80
10	10	0	0	0	90	60	75,0	90
11	10	0	0	0	90	60	17,5	5
14	10	5	10	0	85	75	0,0	5
15	15	5	5	5	75	60	102,0	95
16	5	0	0	5	90	20	123,5	10
17	0	5	5	0	95	20	119,5	35
18	15	0	0	10	75	20	19,5	1
19	5	20	15	0	75	25	137,0	20
20	0	65	25	0	35	8	178,5	30
21	10	70	30	0	20	16	148,5	20
22	5	10	15	0	85	10	218,5	70
23	5	5	10	0	90	26	51,0	65
24	0	90	35	5	5	12	153,5	90
25	20	35	15	0	45	26	354,0	15
26	5	20	15	0	75	15	242,5	75
27	15	5	10	0	85	14	133,5	20
28	0	15	15	0	85	22	60,5	20
MOYENNE	8,8	33,7	19,5	1,2	58,3	26,2	292,7	42,7
$S_{\bar{x}}$	(3,1)	(7,2)	(2,4)	(0,5)	(6,9)	(4,1)	(117,6)	(6,7)

ANNEXE C (SUITE)

STATIONS DE NIDIFICATION	NUMEROS DES VARIABLES						
	10	11	12	13	14	15	16
1	123,7	12,3	136,0	9,4	1,7	0,1	11,1
2	157,2	46,0	203,0	31,8	1,3	0,0	33,0
3	469,0	55,0	524,0	0,4	0,1	0,0	0,5
4	216,0	22,0	238,0	6,1	1,9	0,3	8,3
5	9,0	1265,5	1274,5	1,6	0,0	0,0	1,6
6	80,8	47,5	128,3	11,1	2,1	0,3	13,5
7	94,5	7,5	102,0	10,0	1,8	0,2	11,9
8	76,5	5,0	81,5	9,1	2,7	0,1	11,9
9	342,8	11,0	353,7	5,9	2,8	0,1	8,5
10	435,0	12,3	447,3	3,3	1,1	0,4	4,8
11	95,0	14,0	109,0	13,6	2,0	0,2	15,5
14	40,8	12,0	52,8	7,4	2,3	0,1	9,5
15	519,3	82,5	601,8	1,1	0,1	0,0	1,2
16	145,5	23,8	169,3	1,3	0,5	0,0	1,8
17	205,3	12,0	217,3	1,6	0,5	0,0	2,1
18	36,8	8,3	45,0	3,3	1,7	0,0	4,9
19	104,8	8,0	112,7	7,9	1,6	0,3	9,8
20	212,3	28,8	241,0	7,6	1,5	0,3	9,4
21	98,5	5,0	103,5	8,9	2,4	0,1	11,4
22	184,2	28,8	213,0	13,1	1,4	0,0	14,5
23	443,8	45,3	489,0	11,6	0,6	0,1	12,3
24	284,0	204,3	488,3	38,1	0,4	0,0	38,6
25	159,8	10,8	170,5	6,5	0,3	0,0	6,9
26	308,0	7,5	315,5	23,4	0,2	0,1	23,6
27	103,5	6,8	110,3	7,5	1,6	0,4	9,4
28	178,5	4,5	183,0	10,0	1,1	0,3	11,4
MOYENNE	197,1	76,4	273,5	9,7	1,3	0,1	11,1
$S_{\bar{x}}$	(28,0)	(48,2)	(50,6)	(1,8)	(0,2)	(0,1)	(1,8)

ANNEXE C (SUITE)

STATIONS DE NIDIFICATION	NUMEROS DES VARIABLES							
	17	18	19	20	21	22	23	24
1	4	7,9	80	4,5	4,9	1,7	32,0	11,5
2	9	6,6	94	16,2	4,1	4,2	-	17,0
3	3	0,4	29	1,5	0,0	10,4	-	17,5
4	4	9,0	35	14,0	3,5	3,7	48,5	0,0
5	4	0,2	36	1,5	2,5	2,3	-	16,5
6	8	12,0	79	14,8	3,3	2,2	-	17,5
7	11	8,9	76	14,8	3,9	2,8	-	17,5
8	8	10,6	50	12,0	5,8	4,5	-	16,5
9	3	12,6	37	7,0	4,9	7,7	66,0	17,0
10	10	10,4	25	1,5	0,0	9,3	31,5	0,0
11	7	11,1	46	8,0	3,4	1,2	27,0	0,0
14	9	9,5	28	7,2	4,3	5,3	-	18,5
15	4	0,4	32	2,0	0,0	1,3	-	17,0
16	2	2,5	36	7,8	6,5	3,5	31,0	0,0
17	3	2,3	40	7,5	2,3	3,5	-	20,0
18	2	8,6	31	9,0	6,4	9,0	-	20,0
19	5	8,5	38	7,0	4,0	2,4	42,0	0,0
20	7	9,3	38	11,2	6,9	6,1	21,0	20,0
21	4	9,1	66	10,5	3,7	2,3	-	21,0
22	5	8,2	62	5,0	5,7	2,8	-	21,5
23	5	9,1	49	6,0	2,9	5,1	-	22,0
24	5	4,4	93	6,1	1,7	1,8	-	22,5
25	4	2,0	39	0,5	7,2	2,6	28,0	0,0
26	8	3,7	96	3,0	2,4	2,6	76,0	24,0
27	8	9,6	46	4,5	4,0	1,9	39,0	24,0
28	5	9,3	89	9,0	2,8	1,2	32,0	0,0
MOYENNE	5,7	7,2	53,5	7,4	3,7	3,9	39,5	13,9
$S_{\bar{x}}$	(0,5)	(0,7)	(4,7)	(0,9)	(0,4)	(0,5)	(4,6)	(1,8)

- VALEURS MANQUANTES

ANNEXE C (SUITE)

STATIONS DE NIDIFICATION	NUMEROS DES VARIABLES							
	25	26	27	28	29	30	31	32
1	3	22,0	3	7,2	7,0	28,5	5,4	2
2	3	24,0	3	6,0	3,5	21,0	7,5	2
3	5	41,0	5	9,0	7,8	20,3	6,1	1
4	4	61,0	5	3,7	13,0	42,3	6,4	1
5	5	90,0	5	16,6	7,5	0,0	5,3	1
6	2	10,5	3	9,5	5,2	20,5	5,6	1
7	2	12,0	3	12,4	5,2	5,1	5,3	1
8	4	-	-	21,5	7,8	0,0	5,6	1
9	5	-	-	24,0	3,9	0,0	5,9	1
10	5	14,5	5	5,0	10,5	20,2	6,2	1
11	4	40,0	5	3,2	8,0	21,4	5,2	1
14	3	60,0	5	12,5	3,0	0,0	5,3	2
15	2	15,0	4	16,0	7,5	0,0	5,9	2
16	5	8,5	5	3,5	3,5	18,6	7,5	1
17	5	16,0	5	7,0	4,0	15,5	7,7	1
18	3	36,0	3	13,2	3,5	0,0	7,5	1
19	2	21,0	3	6,5	4,2	18,7	6,1	3
20	2	-	-	23,0	7,0	0,0	5,2	2
21	3	71,5	3	9,5	6,3	24,0	5,2	2
22	3	19,0	5	13,0	7,5	0,0	6,8	1
23	3	36,0	5	17,0	7,1	0,0	5,3	1
24	1	50,0	2	11,8	6,1	23,4	4,4	1
25	5	18,5	5	4,2	7,6	20,2	6,4	1
26	2	24,0	3	14,0	7,3	0,0	5,3	2
27	3	14,5	5	8,4	7,3	20,8	5,3	2
28	2	32,0	4	6,5	8,4	21,3	5,2	1
MOYENNE	3,3	32,0	4,1	11,1	6,5	13,1	5,9	1,4
$S_{\bar{x}}$	(0,2)	(4,5)	(1,0)	(1,3)	(0,5)	(2,4)	(0,2)	(0,1)

- VALEURS MANQUANTES

ANNEXE C (SUITE)

STATIONS DE NIDIFICATION	NUMEROS DES VARIABLES						
	33	34	35	36	37	38	39
1	2	9	1	7	8	-	-
2	3	8	2	11	15	-	-
3	2	-	3	5	8	-	-
4	3	13	3	7	9	-	-
5	2	-	1	0	6	-	-
6	2	9	1	10	9	-	-
7	2	9	1	11	15	-	-
8	3	14	1	4	10	-	-
9	3	10	1	1	6	-	-
10	3	-	4	7	15	-	-
11	2	14	2	1	12	-	-
14	2	16	4	0	7	-	-
15	2	12	5	3	7	-	-
16	3	9	2	5	6	-	-
17	4	9	6	7	10	-	-
18	3	9	2	5	6	-	-
19	3	8	7	5	5	-	-
20	2	10	-	8	11	-	-
21	3	10	-	5	5	-	-
22	3	11	4	10	8	-	-
23	3	11	1	4	9	-	-
24	3	7	-	6	12	-	-
25	4	-	8	7	11	-	-
26	2	9	2	5	10	-	-
27	4	12	2	8	11	-	-
28	3	15	-	8	11	-	-
MOYENNE	2,7	10,6	2,9	5,8	9,3	-	-
$S_{\bar{x}}$	(0,1)	(0,5)	(0,4)	(0,6)	(0,6)	(-)	(-)

- VALEURS MANQUANTES

ANNEXE C (SUITE)

STATIONS DE CONTROLE	NUMEROS DES VARIABLES							
	2	3	4	5	6	7	8	9
29	5	10	10	25	60	42	241,0	35
30	30	30	15	0	40	24	232,5	55
31	0	15	10	0	85	12	237,0	85
32	5	75	35	0	20	14	87,0	1
33	0	85	35	5	10	10	0,0	95
34	15	70	35	0	15	65	2399,0	25
35	10	60	20	0	30	19	81,0	10
36	5	85	40	0	10	25	1954,0	95
37	5	5	10	0	90	95	68,5	85
38	20	20	10	5	55	95	71,5	10
39	0	25	5	0	75	75	28,0	40
40	10	5	5	5	80	25	47,0	5
41	0	15	25	0	85	25	190,0	20
42	0	70	30	0	30	18	217,0	65
43	0	50	25	0	50	24	161,0	30
44	0	10	15	0	90	18	303,0	55
45	0	10	15	0	90	42	196,0	60
46	0	75	40	0	25	12	237,0	70
47	5	40	20	0	55	26	334,0	1
48	0	10	15	0	90	35	1984,0	75
49	5	15	15	5	75	20	290,0	3
50	0	25	15	0	75	20	87,0	50
MOYENNE	5,2	36,6	20,2	2,0	56,4	33,7	429,3	43,2
$S_{\bar{x}}$	(1,7)	(6,1)	(2,4)	(1,2)	(6,2)	(5,5)	(148,2)	(6,8)

ANNEXE C (SUITE)

STATIONS DE CONTROLE	NUMEROS DES VARIABLES						
	10	11	12	13	14	15	16
29	165,8	15,0	180,7	5,9	3,4	0,4	9,7
30	198,7	100,8	299,5	38,0	1,3	0,0	39,3
31	618,0	344,5	962,5	3,3	0,0	0,0	3,3
32	48,8	12,4	61,5	29,4	1,4	0,1	30,9
33	0,0	1415,3	1415,3	3,9	2,3	0,4	6,5
34	145,0	113,3	158,3	10,0	2,5	0,1	12,6
35	92,9	31,8	123,7	15,9	2,1	0,0	18,0
36	1076,0	28,5	1104,5	12,1	2,3	0,4	15,2
37	312,5	54,3	366,8	3,5	2,8	0,2	6,4
38	103,7	24,3	128,0	11,1	4,3	0,4	15,4
39	159,8	23,3	183,0	0,9	0,0	0,0	0,9
40	74,8	10,5	117,3	9,1	1,3	0,0	10,4
41	131,5	8,5	140,0	9,4	1,9	0,0	11,3
42	256,3	33,5	390,8	19,9	0,3	0,1	20,2
43	160,5	13,5	174,0	12,9	1,4	0,0	14,3
44	236,8	39,3	276,0	21,5	0,0	0,0	21,5
45	276,0	40,8	316,8	16,8	0,2	0,0	16,9
46	371,7	200,2	572,0	33,5	1,9	0,0	35,4
47	38,5	1,3	39,8	0,0	0,0	0,0	0,0
48	527,2	18,8	546,0	7,4	0,0	0,0	7,4
49	59,8	27,0	86,8	18,5	0,9	0,0	19,4
50	218,5	19,8	238,3	11,1	1,6	0,0	12,8
MOYENNE	239,6	117,1	356,7	13,4	1,5	0,1	14,9
$S_{\bar{X}}$	(51,5)	(64,1)	(77,3)	(2,2)	(0,3)	(0,0)	(2,2)

ANNEXE C (SUITE)

STATIONS DE CONTROLE	NUMEROS DES VARIABLES							
	17	18	19	20	21	22	23	24
29	3	13,7	89,0	4,5	5,3	110,0	47,0	25,0
30	6	6,6	96,0	19,6	2,3	12,0	-	26,0
31	3	0,4	79,0	1,8	3,0	7,3	-	28,5
32	7	10,1	46,0	16,0	3,1	8,2	52,0	24,0
33	3	10,1	71,0	2,5	4,1	2,0	-	23,5
34	10	7,5	86,0	16,0	3,8	14,5	-	22,0
35	4	6,9	81,0	8,5	3,5	9,5	-	20,0
36	5	13,1	86,0	8,2	4,6	16,0	31,0	0
37	6	8,4	47,0	2,0	9,1	4,5	72,0	31,0
38	5	21,9	38,0	14,8	8,0	9,5	83,0	31,0
39	1	0,2	21,0	8,0	0,0	3,0	25,0	15,5
40	3	4,4	37,0	9,2	3,5	11,0	-	18,5
41	4	6,1	76,0	5,1	3,9	10,4	84,0	16,5
42	7	4,6	64,0	17,2	2,9	6,0	66,0	40,0
43	4	5,4	79,0	11,5	4,0	2,6	-	31,0
44	4	2,4	91,0	3,8	2,6	12,8	-	18,5
45	3	3,4	62,0	7,0	2,4	1,5	-	32,0
46	5	11,3	94,0	9,2	3,4	2,6	-	12,0
47	0	0,0	2,0	0,5	0,0	19,5	16,0	32,5
48	2	0,9	6,0	2,5	0,0	2,2	37,0	31,0
49	5	6,9	19,0	9,0	2,7	14,5	83,0	27,0
50	3	6,5	81,0	10,0	4,3	19,0	22,5	9,5
MOYENNE	4,2	6,9	61,4	8,5	3,5	13,6	51,5	23,6
$S_{\bar{x}}$	(0,5)	(1,1)	(6,3)	(1,2)	(0,5)	(4,7)	(7,3)	(1,9)

- VALEURS MANQUANTES

ANNEXE C (SUITE)

STATIONS DE CONTROLE	NUMEROS DES VARIABLES							
	25	26	27	28	29	30	31	32
29	1	16,0	2	15,2	7,0	0,0	6,2	2
30	2	27,0	2	13,0	3,5	2,8	7,6	2
31	5	20,0	5	19,0	7,8	0,0	6,1	1
32	3	41,0	2	8,5	13,0	19,5	8,2	1
33	5	52,0	5	44,0	12,0	0,0	5,3	1
34	2	34,0	2	50,0	9,5	0,0	5,4	1
35	4	-	-	2,5	7,5	21,2	5,1	2
36	4	-	-	4,6	4,8	20,8	4,9	2
37	5	74,0	5	49,0	12,0	0,0	6,9	1
38	3	26,0	4	16,0	5,5	0,0	5,3	1
39	3	36,1	2	12,2	5,0	14,6	7,2	1
40	3	62,0	2	15,4	3,5	0,0	7,5	1
41	1	39,0	2	26,2	8,1	0,0	5,7	2
42	2	-	-	8,4	14,0	21,9	5,3	2
43	3	12,5	3	9,5	6,6	17,6	5,2	1
44	3	6,5	3	18,5	8,0	0,0	6,9	1
45	3	36,1	5	12,0	8,6	6,0	5,1	1
46	1	30,0	1	6,5	10,5	24,0	4,8	1
47	5	85,0	5	41,4	7,5	0,0	5,1	1
48	4	22,0	5	26,0	11,5	0,0	5,3	2
49	3	24,0	2	9,1	7,5	16,9	6,2	2
50	2	26,5	3	6,0	9,0	26,4	6,1	1
MOYENNE	3,0	35,2	3,2	14,8	8,3	8,7	6,0	1,4
$S_{\bar{x}}$	(0,3)	(4,7)	(1,4)	(3,1)	(0,6)	(2,2)	(0,2)	(0,1)

- VALEURS MANQUANTES

ANNEXE C (SUITE)

STATIONS DE CONTROLE	NUMEROS DES VARIABLES						
	33	34	35	36	37	38	39
29	3	9	1	5	8	-	-
30	3	7	2	11	13	-	-
31	2	-	3	5	6	-	-
32	3	-	3	7	6	-	-
33	2	-	1	0	3	-	-
34	3	9	1	11	12	-	-
35	3	13	1	4	8	-	-
36	3	10	1	1	6	-	-
37	2	-	4	6	10	-	-
38	2	15	4	9	16	-	-
39	3	9	6	3	8	-	-
40	2	9	2	4	6	-	-
41	3	8	7	5	5	-	-
42	2	9	-	8	9	-	-
43	3	10	-	5	5	-	-
44	3	11	2	7	6	-	-
45	3	11	1	4	7	-	-
46	2	6	-	5	9	-	-
47	4	-	8	11	10	-	-
48	2	8	4	7	7	-	-
49	3	15	2	6	9	-	-
50	3	15	-	6	7	-	-
MOYENNE	2,7	10,2	2,9	5,9	8,0	-	-
$S_{\bar{x}}$	(0,1)	(0,7)	(0,5)	(0,6)	(0,6)	(-)	(-)

- VALEURS MANQUANTES

ANNEXE C (SUITE)

STATIONS D'ELEVAGE	NUMEROS DES VARIABLES							
	2	3	4	5	6	7	8	9
51	45	40	8	0	15	4	272,0	95
52	65	15	10	0	20	4	124,0	95
53	55	25	12	5	15	8	126,5	95
54	60	30	10	5	5	10	246,0	80
55	70	15	10	0	15	10	133,5	70
56	40	35	10	10	15	6	108,0	90
57	50	35	45	10	5	10	134,5	40
58	45	40	15	0	15	12	105,0	85
59	20	55	10	5	20	16	96,0	95
60	25	55	22	0	20	18	91,0	90
61	15	55	18	5	25	15	78,3	100
62	5	50	10	5	40	18	68,0	100
63	15	60	30	10	15	20	82,0	90
64	10	45	12	25	20	22	44,5	95
65	15	75	20	0	10	14	12,3	100
66	10	75	20	5	10	13	17,5	100
67	15	70	16	5	10	14	16,5	100
MOYENNE	32,9	45,6	16,4	5,3	16,2	12,6	103,4	89,4
$S_{\bar{x}}$	(5,3)	(4,6)	(2,3)	(1,5)	(2,0)	(1,3)	(17,3)	(3,7)

ANNEXE C (SUITE)

STATIONS D'ELEVAGE	NUMEROS DES VARIABLES						
	10	11	12	13	14	15	16
51	414,5	86,5	501,0	4,8	0,3	0,0	5,1
52	489,0	117,5	606,5	0,3	2,1	0,0	2,4
53	430,0	154,3	584,2	8,7	0,5	0,1	9,3
54	282,0	32,0	314,0	8,1	0,9	0,3	9,3
55	156,0	121,0	277,0	12,1	0,0	0,0	12,1
56	492,3	199,0	691,2	0,6	2,8	0,0	3,4
57	128,0	128,0	256,0	7,8	2,4	0,1	10,3
58	276,3	216,5	492,8	7,5	2,1	0,0	9,7
59	491,8	196,5	688,3	6,4	1,0	0,0	7,5
60	442,0	107,0	549,0	2,5	1,6	0,0	4,2
61	454,3	448,0	902,2	3,9	1,8	0,0	5,7
62	848,5	352,5	1201,0	10,3	1,0	0,0	11,4
63	595,0	212,5	807,5	5,9	1,3	2,4	9,7
64	538,0	323,7	861,8	10,6	2,4	1,8	14,8
65	910,5	185,0	1086,5	8,9	2,0	0,0	10,8
66	946,0	56,0	1002,0	9,2	1,3	0,0	10,4
67	872,8	113,8	986,5	8,2	2,0	0,0	10,2
MOYENNE	515,7	179,4	695,1	6,8	1,5	0,3	8,6
$S_{\bar{x}}$	(60,8)	(26,6)	(69,3)	(0,8)	(0,2)	(0,2)	(0,9)

ANNEXE C (SUITE)

STATIONS D'ELEVAGE	NUMEROS DES VARIABLES							
	17	18	19	20	21	22	23	24
51	3	1,9	38	3,5	4,8	8,2	-	0,0
52	4	1,8	39	7,6	6,2	7,8	-	32,5
53	8	1,8	37	7,5	5,2	7,2	-	26,0
54	6	3,1	43	8,4	4,1	7,2	-	0,0
55	5	4,0	32	7,0	2,9	5,5	-	2,5
56	4	3,5	30	10,0	7,6	16,2	-	2,1
57	8	6,1	56	16,0	3,5	18,5	-	0,3
58	3	14,0	78	14,5	5,4	10,0	-	0,6
59	4	10,9	86	18,0	8,0	22,0	-	0,5
60	3	12,6	84	7,5	4,7	15,5	-	2,5
61	5	12,1	96	6,2	5,8	24,5	-	7,0
62	4	14,3	90	4,8	5,9	16,0	-	8,5
63	7	19,5	91	9,0	4,3	20,0	-	6,0
64	4	17,2	97	3,5	6,1	2,6	-	1,5
65	5	15,9	94	8,0	3,9	1,8	-	4,0
66	5	15,6	92	8,0	4,0	3,0	-	4,2
67	5	15,6	96	8,0	4,0	2,5	-	5,2
MOYENNE	4,9	10,0	69,7	8,7	5,1	11,0	-	7,9
$S_{\bar{x}}$	(0,4)	(1,5)	(6,6)	(1,0)	(0,3)	(1,8)	(-)	(2,0)

- VALEURS MANQUANTES

ANNEXE C (SUITE)

STATIONS D ELEVAGE	NUMEROS DES VARIABLES							
	25	26	27	28	29	30	31	32
51	2	14,2	3	9,5	7,8	21,6	6,3	1
52	2	15,0	2	14,0	7,0	0,0	5,2	2
53	3	29,0	2	18,0	12,0	0,0	6,3	1
54	1	52,0	2	26,0	7,5	0,0	6,0	1
55	3	90,0	4	8,5	11,0	26,4	6,9	1
56	2	71,0	2	18,5	11,5	0,0	6,6	1
57	2	31,0	3	41,0	8,2	0,0	6,1	1
58	2	10,0	3	35,0	9,6	0,0	7,5	1
59	2	16,0	3	14,0	10,8	1,8	7,5	1
60	3	24,5	3	5,0	7,4	19,8	7,5	1
61	4	28,0	5	34,0	7,0	0,0	7,6	1
62	1	41,0	3	23,5	6,5	0,0	7,3	1
63	2	37,0	2	17,0	18,5	0,0	7,5	3
64	2	16,0	2	15,0	10,0	0,0	6,4	1
65	2	46,0	3	8,5	7,5	23,5	7,3	1
66	2	47,0	4	8,0	7,5	31,5	7,4	1
67	2	48,0	2	8,0	7,5	26,8	7,4	1
MOYENNE	2,2	36,2	2,8	17,9	9,3	8,9	6,9	1,2
$S_{\bar{x}}$	(0,2)	(5,2)	(0,2)	(2,6)	(0,7)	(3,0)	(0,2)	(0,1)

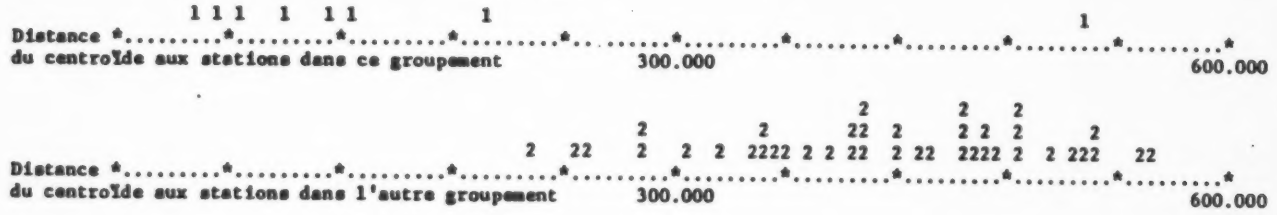
ANNEXE C (SUITE)

STATIONS D'ELEVAGE	NUMEROS DES VARIABLES						
	33	34	35	36	37	38	39
51	2	13	4	7	9	1	54
52	2	12	1	8	14	1	28
53	2	9	4	12	13	1	16
54	2	11	6	10	11	1	23
55	2	13	1	7	9	1	24
56	3	12	1	6	8	2	31
57	2	9	9	10	13	2	-
58	3	11	1	4	8	2	39
59	2	12	9	8	8	3	64
60	2	11	10	8	14	3	98
61	2	10	10	10	14	4	159
62	3	9	10	7	12	4	-
63	1	10	10	4	6	4	122
64	2	10	10	12	16	5	175
65	2	9	10	8	9	10	-
66	2	9	10	8	11	11	4
67	2	9	10	8	11	12	3
MOYENNE	2,1	10,5	6,8	8,1	10,9	-	67,8
$S_{\bar{x}}$	(0,1)	(0,4)	(0,9)	(0,6)	(0,7)	(-)	(16,6)

Annexe D

Classification (BMDP-KM) des stations de nidification et de contrôle, au moyen des 20 variables de l'ACP

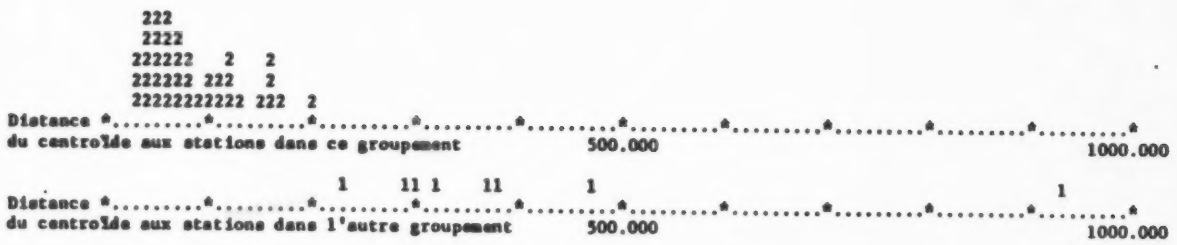
1. **Le premier des deux groupements contient 8 stations**



Stations	Poids	Distance	I	Variable	Minimum	Centroïde	Maximum	Ecart-type
			I					
31	1.0	69.314	I	2	1.000	2.0270	4.000	1.203
36	1.0	523.623	I	3	0.000	25.000	85.000	34.330
15	1.0	47.994	I	6	1.041	1.766	1.982	.348
48	1.0	58.844	I	7	1.041	1.405	1.785	.296
3	1.0	93.976	I	8	2.248	3.752	5.989	1.458
10	1.0	128.687	I	9	70.000	86.250	95.000	9.543
23	1.0	115.751	I	10	371.750	557.500	1076.000	222.056
46	1.0	198.238	I	11	1.122	1.758	2.538	.485
			I	13	.14	.800	1.538	.458
			I	14	0.000	.766	2.310	.927
			I	17	.477	.720	1.041	.169
			I	18	.350	5.746	13.110	5.708
			I	19	6.000	49.875	94.000	32.608
			I	20	1.500	4.088	9.200	3.212
			I	21	0.000	1.725	4.570	1.814
			I	22	.362	.804	1.230	.305
			I	24	0.000	16.000	31.000	11.640
			I	28	.748	1.077	1.431	.261
			I	29	4.800	8.438	11.500	2.223
			I	31	4.810	5.583	6.220	.568

Distance moyenne 154.553

2. **Le second des deux groupements contient 40 stations**



Stations	Poids	Distance	I
2	1.0	41.800	I
4	1.0	81.661	I
5	1.0	164.925	I
6	1.0	92.317	I
7	1.0	81.969	I
8	1.0	79.430	I
9	1.0	209.150	I
11	1.0	74.910	I
14	1.0	120.170	I
16	1.0	53.638	I
17	1.0	68.185	I
18	1.0	125.428	I
19	1.0	56.466	I
20	1.0	72.982	I
21	1.0	67.461	I
22	1.0	58.760	I
24	1.0	159.782	I
25	1.0	36.793	I
26	1.0	169.995	I
27	1.0	58.393	I
28	1.0	53.709	I
29	1.0	45.555	I
30	1.0	67.945	I
32	1.0	113.004	I
33	1.0	168.156	I
34	1.0	44.985	I
35	1.0	69.340	I
37	1.0	171.111	I
38	1.0	61.062	I
39	1.0	42.530	I
40	1.0	88.301	I
41	1.0	35.990	I
42	1.0	119.292	I
43	1.0	30.261	I
44	1.0	101.735	I
45	1.0	133.744	I
47	1.0	129.327	I
49	1.0	104.684	I
50	1.0	76.838	I
1	1.0	48.660	I

Distance moyenne 89.516

Variable	Minimum	Centroïde	Maximum	Ecart-type
2	1.000	2.464	4.000	1.657
3	0.000	37.000	95.000	32.656
6	0.000	1.584	1.982	.507
7	0.000	1.345	1.982	.410
8	0.000	3.033	6.288	1.411
9	1.000	34.275	100.000	28.305
10	0.000	148.400	342.750	87.029
11	.352	1.370	3.151	.563
13	0.000	.986	1.593	.356
14	0.000	1.487	4.310	1.012
17	0.000	.742	1.079	.208
18	0.000	7.279	21.900	4.210
19	2.000	58.575	96.000	25.708
20	.500	8.65	19.600	4.937
21	0.000	3.986	9.100	1.909
22	.342	.786	2.045	.346
24	0.000	18.788	40.000	9.956
28	.544	1.832	18.500	3.306
29	3.000	7.115	14.000	2.814
31	4.360	6.013	8.180	.966

Annexe E

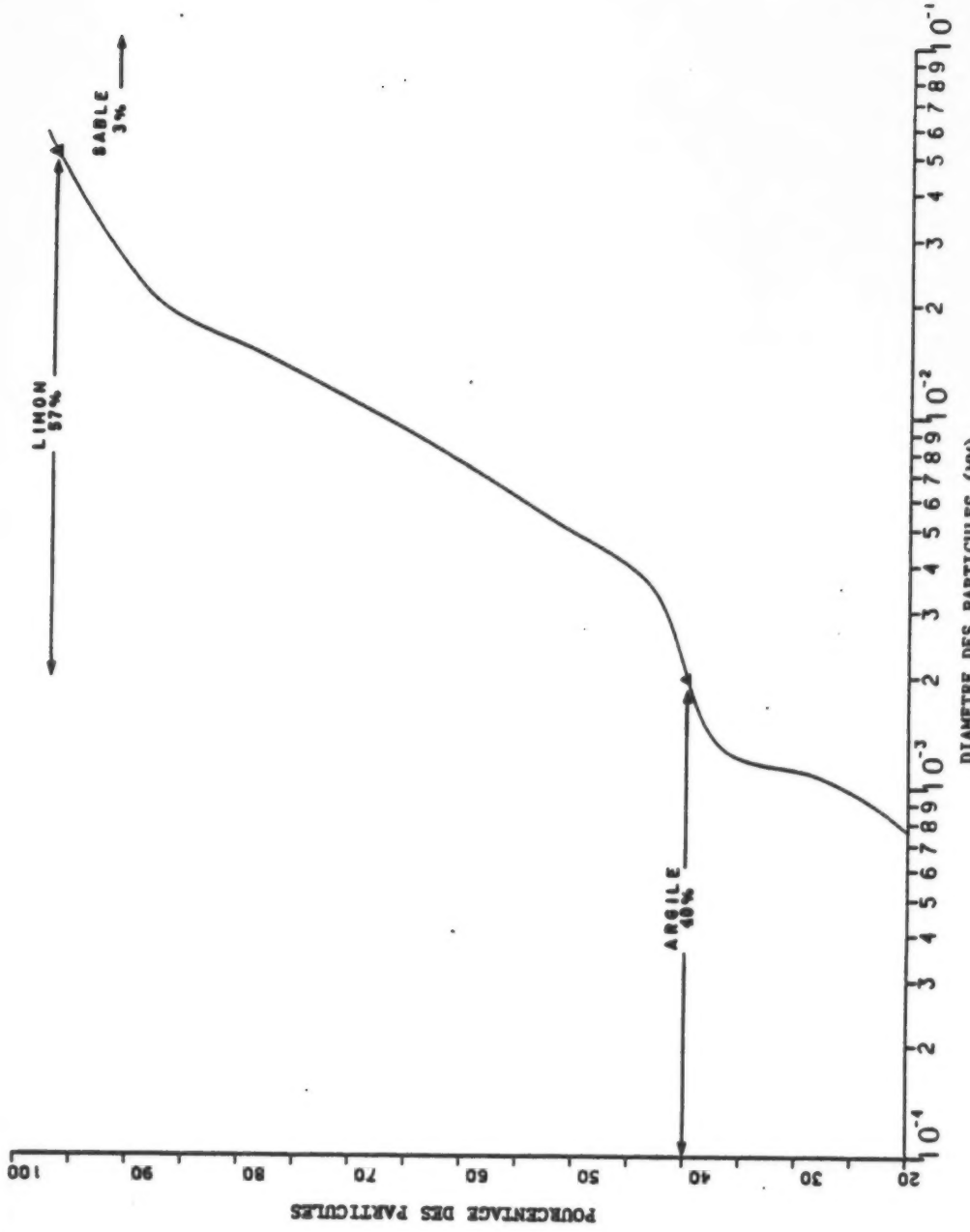
Résultats de l'analyse granulométrique de la station de nidification no. 14

Numéro de l'échantillon:---------- 14
Température de la colonne d'eau:-- 24.0
Poids spécifique:---------- 2.70
Poids de l'échantillon:---------- 25.00
Poids de l'échantillon:---------- .50

Temps (min)	Profondeur (cm)	P. Bécher (g)	P. Total (g)	Poids net (g)	Pourcentage	Diamètre des particules (mm)
1.0	20.0	29.99	30.58	.59	98.0	.05733
2.0	10.0	29.88	30.44	.56	92.0	.02867
4.0	10.0	30.01	30.55	.54	88.0	.02027
8.0	10.0	29.95	30.44	.49	78.0	.01433
30.0	10.0	26.54	26.94	.40	60.0	.00740
60.0	10.0	29.79	30.15	.36	52.0	.00523
120.0	10.0	29.92	30.24	.32	44.0	.00370
1080.0	10.0	30.32	30.60	.28	36.0	.00123
1440.0	10.0	50.50	50.74	.24	28.0	.00107
2880.0	10.0	85.64	85.84	.20	20.0	.00076

Annexe F

Représentation graphique des résultats de l'analyse granulométrique de la station de nidification no. 14



Annexe G

Résultats de l'analyse granulométrique

pour les sites de contrôle, de nidification et d'élevage

Stations	Matériel (%) argile	limon	sable	Caractérisation du sol
(Nidification)				
1	8	25	67	loam sableux
2	39	57	4	loam limono-argileux
3	54	29	17	argile
4	58	34	8	argile
5	5	28	67	loam sableux
6	4	27	69	loam sableux
7	6	23	71	loam sableux
8	15	31	54	loam sableux
9	4	39	57	loam sableux
10	46	50	4	argile limoneuse
11	34	58	8	loam limono-argileux
14	40	57	3	argile limoneuse
15	1	14	85	sable loameux
16	32	64	4	loam limono-argileux
17	31	32	37	loam argileux
18	38	50	12	loam limono-argileux
19	15	53	32	loam limoneux
20	-	-	-	
21	-	-	-	
22	42	55	3	argile limoneuse
23	8	37	55	loam sableux
24	-	-	-	
25	3	5	92	sable
26	37	52	11	loam limono-argileux
27	29	67	4	loam limono-argileux
28	-	-	-	
$\bar{X}$:	(24,9)	(40,4)	(34,7)	
(Contrôle)				
29	10	36	54	loam sableux
30	35	50	15	loam limono-argileux
31	55	31	14	argile
32	58	30	12	argile

Annexe G (suite)

Stations	Matériel (%) argile	limon	sable	Caractérisation du sol
33	6	21	73	loam sableux
34	5	25	70	loam sableux
35	12	30	58	loam sableux
36	8	29	63	loam sableux
37	42	56	2	argile limoneuse
38	40	56	4	argile limoneuse
39	34	37	29	loam argileux
40	35	46	19	loam limono-argileux
41	21	60	19	loam limoneux
42	-	-	-	
43	-	-	-	
44	38	57	5	loam limoneux-argileux
45	12	35	53	loam sableux
46	-	-	-	
47	2	7	91	sable
48	43	47	10	argile limoneuse
49	36	50	14	loam limono-argileux
50	-	-	-	
$\bar{X}$:	(27,3)	(39,1)	(33,6)	
(élevage)				
51	45	42	13	argile limoneuse
52	6	27	67	loam sableux
53	41	46	13	argile limoneuse
54	35	34	31	loam argileux
55	9	33	58	loam sableux
56	6	27	67	loam sableux
57	26	39	35	loam
58	15	25	60	loam sableux
59	12	41	47	loam
60	25	9	66	loam sablo-argileux
61	29	6	65	loam sablo-argileux
62	33	12	55	loam sablo-argileux
63	26	11	63	loam sablo-argileux
64	30	2	68	loam sablo-argileux
65	33	21	46	loam sablo-argileux
66	33	21	46	loam sablo-argileux
67	29	21	50	loam sablo-argileux
$\bar{X}$:	(25,5)	(24,5)	(50,0)	

- Valeurs manquantes (échantillons non testables ou erreur en laboratoire)

Annexe H

Valeurs brutes des surfaces d'ouverture (1 et 2) mesurées sur les sites de nidification, de contrôle et d'élevage.

Nidification			Contrôle			Elevage		
	sur. ouv. 1(m^2)	sur. ouv. 2 (m^2)		sur. ouv. 1(m^2)	sur. ouv. 2 (m^2)		sur. ouv. 1(m^2)	sur. ouv. 2 (m^2)
1	5100	5820	29	1985	3680	51	2310	4390
2	4960	5940	30	3870	2410	52	3800	2600
3	8400	12100	31	14620	9425	53	4450	2800
4	7200	8210	32	5380	2400	54	1200	2900
5	10860	8745	33	8260	10600	55	4800	6015
6	3780	5200	34	3800	2600	56	3765	2710
7	3780	5330				57	2340	4225
8	6100	--	35	6300	--	58	3800	4300
9	8250	--	36	6825	--	59	3900	4005
10	10120	9200	37	8460	12800	60	4100	4330
11	6100	9200	38	4900	7150	61	1150	8210
14	5900	9400				62	1975	4100
15	3975	6100	39	5800	3900	63	3950	2100
16	8200	8200				64	3975	2100
17	8200	8910				65	2100	3900
18	4200	4150	40	5625	3800	66	2100	3650
19	2650	4250	41	1475	3750	67	2100	3900
20	2875	--	42	3720	--			
21	5880	4215	43	5600	5670			
22	5820	9430	44	5725	5215			
23	4470	9100	45	5900	9165			
24	210	2175	46	750	1325			
25	9430	9400	47	9200	9100			
26	3475	5100	48	9100	8055			
27	5990	8660	49	2210	2165			
28	3915	6180	50	4650	5600			
5651,8	Moyenne	7174,6	5600,2	Moyenne	5726,8	3047,9	Moyenne	3890,9
2964,4	(Ecart-type)	2426,5	3023,9	(Ecart-type)	3311,9	1175,2	(Ecart-type)	1450,0
210-10860	Rang	2175-12100	750-14520	Rang	1325-12800	1150-4800	Rang	2100-8210

- valeurs manquantes